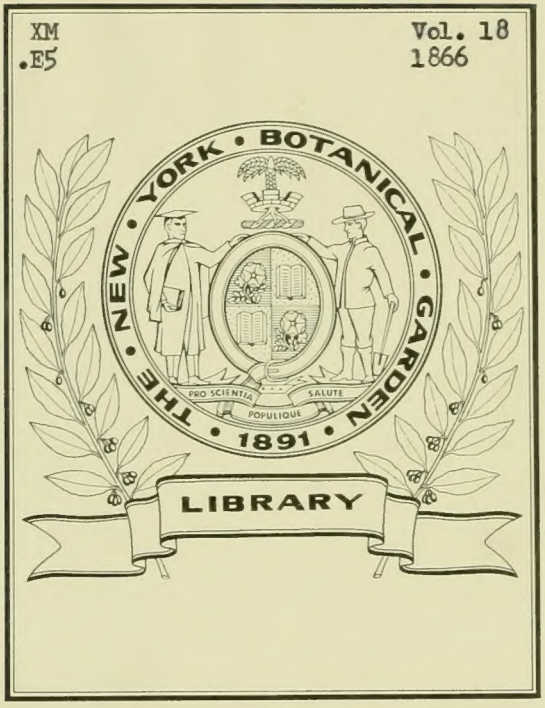
XM
.E5

Vol. 18
1866



MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Tome dix-huitième.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL

GENÈVE
IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

1866

XM
.E5
v.18
1866

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Tome XVIII. — Première Partie

GENÈVE
IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

1865

LIBRARY

TABLEAU DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

Au 1er Juillet 1865.

MEMBRES ORDINAIRES RÉSIDANT A GENÈVE

RANGÉS PAR ORDRE D'ADMISSION.

Dates de leur réception.		
1817	MM.	*André-Louis* Gosse, docteur en médecine.
1818		*Jean-Alfred* Gautier, professeur d'astronomie.
—		*Frédéric* Soret, minéralogiste.
1819		*Guillaume-Henri* Dufour, général au service fédéral.
1820		*Isaac* Macaire-Prinsep, professeur de chimie médicale.
1822		*Auguste* de la Rive, professeur de physique.
1823		*François* Marcet, professeur de physique.
1825		*Daniel* Colladon, professeur de mécanique.
1827		*Antoine* Morin, pharmacien.
1828		*Alphonse* de Candolle, professeur de botanique.
—		*Jean-Étienne* Duby, pasteur, botaniste.
1830		*Henri-Clermont* Lombard, docteur-médecin.
—		*Charles-Étienne-Jacques* Chossat, docteur-médecin.
1832		*François-Jules* Pictet, professeur de zoologie.
1836		*Jean-François* Bizot, docteur-chirurgien.
1838		*Paul* Chaix, géographe.
—		*Pierre-Edmond* Boissier, botaniste.
1840		*Émile* Plantamour, professeur d'astronomie.
1841		*Charles* Cellérier, mathématicien.

AUG 7 - 1923

Dates de leur réception.

1841 MM. *Alphonse* FAVRE, professeur de géologie
1842 *Jean-Charles* MARIGNAC, professeur de chimie.
— *Philippe* PLANTAMOUR, chimiste.
— *Georges-François* REUTER, botaniste.
1843 *Alexandre-Pierre* PRÉVOST, docteur ès sciences physiques et naturelles.
1849 *Élie* WARTMANN, professeur de physique.
1853 *Henri* DE SAUSSURE, entomologiste.
— *Émile* GAUTIER, astronome.
1854 *Louis* SORET, physicien.
— *Marc* THURY, professeur de botanique.
1857 *Édouard* CLAPARÈDE, professeur de zoologie.
1861 *Casimir* DE CANDOLLE, botaniste.
— *Perceval* DE LORIOL, paléontologiste.
1862 *Aloïs* HUMBERT, zoologiste.
— *Jean* MULLER, Dr, botaniste.
1863 *Henri* DOR, docteur-médecin.
— *Charles* GALOPIN, mathématicien.
— *Adolphe* PERROT, physicien.
— *Lucien* DE LA RIVE, physicien.
1864 *Victor* FATIO, zoologiste.
— *Marc* DELAFONTAINE, chimiste.
1865 *Arthur* ACHARD, ingénieur.

2° MEMBRES ÉMÉRITES.

1821 MM. *Jean-André* DUMAS, chimiste, membre de l'Institut à Paris.

3° MEMBRES HONORAIRES.

1817 MM. *Ami* BOUÉ, à Vienne.
1818 DELCROS, à Paris.
1821 DE MARTIUS, à Munich.
1822 GRANVILLE, Dr, à Londres.
— S. A. R. LÉOPOLD II, grand-duc de Toscane.

Dates de leur réception.

1822 MM. *Adolphe* Brongniart, à Paris.
1823 Nicati, fils, Dr, à Aubonne.
1826 *Charles* Babbage, à Londres.
1829 *Ramon* de la Sagra, en Espagne.
— Filhon, à Paris.
1830 *Charles* Daubeny, à Oxford.
— *Auguste* Quetelet, à Bruxelles.
1831 Becquerel, père, à Paris.
1832 *Charles* Desmoulins, à Bordeaux.
1833 Lindley, à Londres.
— *Emmanuel* Rousseau, à Paris.
— *James-D.* Forbes, à Édimbourg.
1834 Matteucci, à Pise.
— Mme Sommerville, à Londres.
1837 MM. *Isaac* Lee, à Philadelphie.
1838 Soyer-Willemet, à Nancy.
1839 *Louis* Agassiz, aux États-Unis d'Amérique.
1841 *L.-F.* de Menabrea, général, à Turin.
— *J.* Plateau, à Gand.
1842 Montagne, Dr, à Paris.
— *Michel* Faraday, à Londres.
— *Charles* Martins, à Montpellier.
— *Benjamin* Valz, à Marseille.
1846 *Angelo* Sismonda, à Turin.
— *Bernard* Studer, à Berne.
1848 Sir *John* Herschell.
1849 *Charles* Brunner, à Vienne.
— Sir *Rod.-Impey* Murchisson, à Londres.
— Schœnbein, professeur, à Bâle.
1850 Lloyd, à Dublin.
— *Asa* Gray, à Philadelphie.
1852 Duchenne, Dr, à Boulogne.
1854 *Émile* Verdet, à Paris.
1856 *François* Delessert, à Paris.
— *Henri* Sainte Claire Deville, à Paris.

Dates de leur réception.

1859 MM. *Jules* MARCOU, à Salins.
— *Biddel* AIRY, astronome, à Londres.
— *John* TYNDALL, à Londres.
— *Léon* FOUCAULT, à Paris.
— *Alfred* DESCLOIZEAUX, à Paris.
— Le père SECCHI, à Rome.
— *Paolo* VOLPICELLI, à Rome.
— *Gustav* MAGNUS, à Berlin.
— *Peter* RIESS, à Berlin.
— *H.-W.* DOVE, à Berlin.
— DUBOIS-REYMOND, à Berlin.
— *Arnold* ESCHER DE LA LINTH, à Zurich.
— *Oswald* HEER, à Zurich.
— *Albert* MOUSSON, à Zurich.
— *Peter* MERIAN, à Bâle.
— *W.-Ph.* SCHIMPER, à Strasbourg.
1861 *Rodolph* WOLF, professeur d'astronomie, à Zurich.
1864 *A.* KÖLLIKER, à Wurzbourg.
— *G.* VALENTIN, à Berne.
— *Louis* DUFOUR, à Lausanne.
— *William* MARCET, à Londres.
— *Charles* LORY, à Grenoble.
— *E.* DESOR, à Neuchâtel.
— *Maurice* BERTHELOT, à Paris.
— *Arthur-Jules* MORIN, général, à Paris.

4° ASSOCIÉS LIBRES.

1860 MM. *Alfred* LEFORT.
— *Gustave* ROCHETTE.
— *Théodore* DE SAUSSURE.
— *Charles* EYNARD.
— *Auguste* TURRETTINI.
— *Adolphe* GAUTIER.
— *Victor* GAUTIER.
— *Amédée* LULLIN.

Dates de leur réception

1860 MM. *Gustave* Fatio.
— Dr Brot.
— *Alexandre* Rochat.
— *Louis* Roget
— Dr Cayla.
— *Jacques* Moricand.
— Prévost-Martin.
— *Franck* de Morsier.
— *Edmond* Favre.
— *Louis* Lullin.
— *Maurice* Sarasin.
— Dunant-de Gallatin.
— *Eugène* de Morsier.
— Suskind.
— *Georges* Sarasin.
— Périer-Ador.
— Prévost-Cayla.
— *Charles* Sarasin.
— *Théodore* Maunoir, Dr.
— *Alexandre* Moricand, Dr.
— *Eugène* Risler.
— *François* Gas.
— *Théodore* Vernes.
1861 *Victor* Dunant.
— Dainese, général.
1863 *Emile* Naville.
— *J.-N.* Tiedeman.
1864 *Godefroy* Lunel.
— *James* Odier.
1865 *Édouard* Dufresne, Dr.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1864.

Titres.	Donateurs.
Comptes rendus hebdomadaires, etc., T. LVIII et LIX. 4°. Paris, 1864.	Acad. des Sc. de Paris.
Bulletin de la Société géologique de France, T. XIX, fles 69 à 75; T. XX, fles 1 à 13 ..... 8°. Paris, 1864	Société géolog. de France.
Annales des Mines, 1863, livr. 5-6 ; 1864, livr. 1-2. 8°. Paris, 1863-64.	École impér. des Mines.
Mémoires de la Société académ. de Maine-et-Loire, T. XI, XII, 8°. Angers, 1862	Société acad. de Maine-et-Loire.
Bulletin de la Société industr. d'Angers, 34me année. 8°. Angers, 1863	Soc. industr. d'Angers.
Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, T. XIX, 2me livrais. 8°. Bordeaux, 1853	Société linnéenne de Bordeaux.
Mémoires de la section des Sciences de l'Académie de Montpellier, T. IV, 3me fasc. T. V .... 4°. Montpellier, 1860-63	Académie des Sciences de Montpellier.
Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, novembre 1863 à août 1864 ..... 8°. Mulhouse, 1863-64	Société industrielle de Mulhouse.
Mémoires de l'Académie impériale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 4me série, T. V; 5me série, T. IV, 6me série, T. II .... 8°. Toulouse,	Acad. impér. des Sciences de Toulouse.
Mémoires de la Soc. linnéenne de Normandie, Vol. XIII. 4°. Caen, 1864	Société linnéenne de Normandie.
Bulletin de la Société linnéenne, Vol. VIII ..... 8°. Caen, 1864	
Mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, T. IX..... 8°. Cherbourg, 1863	Société des Sciences nat. de Cherbourg.
Revue savoisienne, 5me année, nos 2 à 11 ..... 4°. Annecy, 1864	Assoc. florimont. d'Annecy.
Mémoires de l'Académie impériale des sciences, belles-lettres et arts de Savoie, 2me série, T. VI..... 8°. Chambéry, 1864	Acad. impér. de Savoie.
Nouveaux mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles, T. XX ..... 4°. Zurich, 1864	Société helv. des Sciences naturelles.
Beitræge zur geologischen Karte der Schweiz, 2te Lief. avec la feuille 15 de la carte ..... 4°. Bern, 1864	
Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, no 51. 8°. Lausanne, 1864	Société vaudoise.

Witterungsbeobachtungen in Aarau, 1863.	4°. Aarau, 1863.	Société d'Argovie.
Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern, nos 531-552	8°. Bern, 1863	Société de Berne.
Bericht über die Thætigkeit der St-Gallischen Gesellschaft, 1862-1863.....	8°. St-Gallen, 1863	Société de Saint-Gall.
Vierteljahrsschrift der naturforsch. Ges. in Zürich. Jahrg. VI, VII et VIII	8°. Zurich, 1861-63	Société de Zurich.
Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, T. VI, 3me cahier	8°. Neuchâtel, 1864	Société de Neuchâtel.
Philosophical Transactions of the royal Society of London, 1863, Part. 1 et 2, et List.....	4°. London, 1864	Soc. royale de Londres.
Proceedings of the royal Society, nos 58 à 63.....	8°. London, 1864	
Proceedings of the royal Institution of Great Britain, Vol. IV, part. 1-2, et List of the members 1863.....	8°. London, 1863	Institution royale de la Grande-Bretagne.
The journal of the royal geographical Society, Vol. XXXII.	8°. London, 1863	Soc. royale de géographie de Londres.
Proceedings of the royal geograph Society, Vol. VIII, nos 1 à 5.	8°. London, 1863	
Transactions of the zoological Society of London, Vol. V, part. 3.	4°. London, 1864	Société zoologique de Londres.
Proceedings of the zoolog. Society 1863, part. 1 à 3.	8°. London, 1863	
Transact. of the royal Society of Edinburgh, Vol. XXIII, part. 2.	4°. Edinburgh, 1863	Soc. royale d'Édimbourg.
Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1862-63.	8°. Edinburgh, 1863	
Transactions of the royal Irish Academy, Vol. XXIV. Science, part. 3 ; Literature, part. 1.....	4°. Dublin, 1864	Acad. royale d'Irlande.
Proceedings of the royal Irish Academy, Vol. VIII, part. 1 à 6.	8°. Dublin, 1863-64	
Proceedings of the natural history Society of Dublin, Vol IV, part. 1	8°. Dublin, 1864	Société d'hist. natur. de Dublin.
Monatsberichte der Kœnigl. Preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1863	8°. Berlin, 1863	Acad. royale des Sciences de Berlin.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Band XV, Heft 4 ; Band XVI, Heft 1-2	8° Berlin, 1863-64	Société géologique allemande.
Verhandlungen der Kais. Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher, Band XXX.....	4°. Dresden, 1864.	Académie impér. allemande des naturalistes.
Mittheilungen der Kais. Kœnigl. geographischen Gesellschaft. Jahrg. VI, 1862.....	8°. Wien, 1862	Société impériale de géographie.
Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Band XIII, H. 4; Band XIV, H. 1	8°. Wien, 1863	Institut impér. géologique.

Verhandlungen der K. K. zoologisch-botanischen Gesellschaft, Band XIII. ... 8°. Wien, 1863	Société impér. de zoologie et de botan. de Vienne.
Friedrich Brauer ; Monographie der Œstriden. ... 8°. Wien, 1863	
Meteorologische Beobachtungen an der Wiener Sternwarte von 1775 bis 1855, Band IV. ... 8°. Wien, 1863	Observatoire impérial de Vienne.
Meteorologische Beobachtungen, etc., 1861 ... 8°. Wien, 1862	
Zeitschrift fur die gesammten Naturwissenschaften, Band XXII-XXIII ... 8°. Berlin, 1863-64	Soc. des Sciences natur. de Saxe et de Thuringe.
Würzburger naturwissenschaftiche Zeitschrift, Band IV, H. 2-3 ; Band V, H. 1-2 ... 8°. Würzbourg, 1863-64	Société physico-médicale de Wurzbourg.
Abhandlungen der Kœnigl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Gœttingen, Band XI ... 4°. Gœttingen, 1864	Soc. royale des Sciences de Gottingue.
Sitzungsberichte der K. bayerischen Akad. der Wissenschaften, 1863, II, H. 1 à 4 ; 1864, I, H. 1 à 4, et supplem. II, H. 1. 8°. München, 1863-64	Acad. royale des Sciences de Bavière.
Annalen der Kön. Sternwarte, Band XIII und IV^ter Supplementband. ... 8°. München, 1863	Observat. royal de Munich.
W. Weber ; Elektrodynamische Maasbestimmungen. 8°. Leipzig, 1864	Soc. royale des Sciences de Saxe.
P.-A. Hansen ; Mondtafeln, 2^te Abth. ... 8°. Leipzig, 1864	
Bericht über die Verhandlungen der K. Sæchsischen Gesellschaft. Math. phys, Classe, 1863, I, II ; Philol. hist. Classe, 1863, I, II et III ; 1864, I. ... 8°. Leipzig, 1864	
Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, Band VII, Heft 3 ; Band VIII, Heft 1-2 ... 4° Halle, 1864	Société des naturalistes de Halle.
41^ter Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft.. 8°. Breslau, 1864	Société silésienne des Sc. naturelles.
Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft. Philos. histor. Abth. 1864, 1. Naturw. und Medicin. 1862, 3... 8°. Breslau, 1862-64	
Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen Gesellschaft, Band V, Heft 1-2. ... 4°. Frankfurt, 1864	Soc. Senkenbergienne des Sciences naturelles.
Der zoologische Garten. Jahrg. V, n^os 1 à 6.... 8°. Frankfurt, 1864.	Soc. zoolog. de Francfort.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preuss. Rheinlande und Westphalens. Jahrg. XX, 1-2 ... 8°. Bonn, 1863	Société d'hist. natur. de la Prusse rhénane et de Westphalie.
Sitzungsberichte der K. Bœhmischen Akad. des Wissenschaften, 1863 ... 8°. Prag, 1864	Soc royale des Sciences de Bohême.
Schriften der K. physikalisch-œkonomischen Gesellschaft zu Kœnigsberg. Jahrg. IV, 1-2. ... 4°. Kœnigsberg, 1863	Société phys. et économique de Kœnigsberg.
Wurttembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, Jahrg XIX, 1 à 3 ; XX, 1 ... 8°. Stuttgart, 1863	Société d'hist. natur. de Wurtemberg.
A. M. Tudom. Akad. Evkoenyvei, Vol. X, part. 6, 9, 14 4°. Pest, 1862-63	Académie des Sciences de Hongrie.

Magyar Akademiai Ertesito, Vol. II, III, 1-2..... 8°. Pest, 1862 Mathematikai s Termeszettudomanyi Kozlemenyek, Vol. II. 8°. Pest, 1863	Académie des Sciences de Hongrie.
Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brunn, Band I, 8°. Brunn, 1863	Société d'hist. natur. de Brunn.
13ter Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 1862-63..... 8°. Hannover, 1864	Société d'histoire naturelle de Hanovre.
Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, Band I, 1-2..... 8°. Leipzig, 1864	Société de médecine et de sciences natur. de Iéna.
Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, 1861-63..... 8°. Hanau, 1864	Société des Sciences nat. de Hanau.
Memorie dell' J. R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, Vol. XI, part. 2..... 4°. Venezia, 1864 Atti dell' J. R. Istituto Veneto, T. VIII, 8 à 10; IX, 1 à 7, 8°. Venezia, 1862-64	Institut I. R. vénitien.
Carte géologique de la Hollande, 1lles 12, 15, 16, 18. Harlem.	Gouvernement hollandais.
Verhandelingen der K. Akademie van Wetenschappen Letterkunde, Dl II..... 4°. Amsterdam, 1863 Verslagen en Mededeelingen der K. Akad. Natuurkunde. Dl XV, XVII, Letterkunde, Dl VII..... 8°. Amsterdam, 1863-64 Iaarboek van de K. Akad. 1862..... 8°. Amsterdam, 1863 De lebetis materie et formâ, etc. Carmen didascalicum. 8°. Amst 1863 Catalogue du cabinet de monnaies et de médailles. 8°. Amsterd. 1863	Acad. royale des Sciences d'Amsterdam.
Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche maatschappij der Wetenschappen, Dl XVIII, XIX..... 4° Haarlem, 1863-64	Société hollandaise des Sciences de Harlem.
Société des Sciences naturelles du grand-duché de Luxembourg, T. VII..... 8°. Luxembourg, 1864	Société des Sciences natur. de Luxembourg.
K. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar, Bl IV, H. 2. 1°. Stockholm, 1863 Ofversigt af K.Vet.Akad. Forhandlingar, Arg. XX. 8°. Stockholm, 1864 Meteorologiska Jaktagelser i Sverige, af Er. Edlund, Bl IV. 4°. Stockholm, 1864	Acad. royale des Sciences de Suède.
Nova acta regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis, Vol. V, fasc. 1. 4°. Upsala, 1864 Upsala Universitets Arskrift, 1863..... 8°. Upsala, 1863	Soc. royale des Sciences d'Upsal.
Sveriges geologiska Undersoekning. Livr. 6 à 13, et 1lles 6 à 13 de la carte géologique de la Suède..... 8°. Stockholm, 1863-64	Commission de la recherche géolog. de Suède.
Nyt Magazin for naturvidenskaberne. Bd IV à XII, part. 3 (sauf T. V, 3, et T. VIII, 4)..... 8°. Christiana, 1843-63 Det K. Frederiks-Universit. Halvhundredaars-Fest. 8°. Christiania. 1862	Université royale de Christiania.

Index scholarum, Januar 1863, August 1863 .. 4°. Christiania, 1863 Norsk forfatter Lexicon, 1814–1856. II 7.... 8°. Christiania, 1863 Aarsberetning for Aaret 1861..... 8°. Christiania, 1862 Delectus seminum in Horto botanico Christianensi. 4°. Christiania, 1862 N. Mac; Veiledning til Dyrkning af glaciale, alpinske og artiske Planter ..... 8°. Christiania, 1862	Université royale de Christiania.
Oversigt over det K. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, 1862 63..... 8°. Copenhague, 1863–64	Société royale des Sciences de Danemark.
Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 7me série, T. V, nos 2 à 9; T. VI, nos 1 à 12. 4°. St-Pétersbourg, 1862–63 Bulletin de l'Acad. impér. des Sciences, T. V, nos 3 à 8; T. VI, 1 à 5; T. VII. 1–2..... 4°. St-Pétersbourg. 1863–64	Acad. impér. des Sciences de Saint-Pétersbourg.
Annales de l'Observat. physique central de Russie, année 1860, n° 1 (à double), 2; 1861, n° 2 ..... 4°. St-Pétersbourg, 1863–64 A.-T. Kupffer; Compte rendu annuel du Directeur, 1861, 1862, 1863 ..... 4°. St-Pétersbourg. Ferd. Müller; Ueber die Vorherbestimmung der Stürme, 4°. St.Pétersbourg, 1864	Observatoire phys. central de Russie.
Bulletin de la Société impér. des naturalistes de Moscou, 1863, nos 1 à 4; 1864, n° 1..... 8° Moscou, 1863–64	Société impér. des naturalistes de Moscou.
Atti del R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. Vol. II, 15 à 18; Vol. III, 19, 20..... 4°. Milano, 1863–64 Memorie del R. Istituto Lombardo, Vol. IX, fasc. 5.. 4°. Milano, 1864 Annuarie del R. Istituto Lombardo, 1864 ..... 8°. Milano, 1864 Rendiconti. Sc. math. et nat. Vol. I, fasc. 1 à 8... 8°. Milano, 1864 » Lettere, etc. Vol. I, fasc. 1 à 7...	Institut royal Lombard.
Atti della Societa italiana di Scienze naturali, Vol. V, fasc. 6; Vol. VI, fasc. 1 à 4 ..... 8° Milano, 1864	Soc. italienne des Sciences naturelles.
Atti dell' Academia Pontificia di nuovi Lyncei, XV, 1 à 8; XVI, 1 à 3..... 4°. Roma, 1862–63	Académie pontificale des nouveaux Lynx.
Memorie dell' Osservatorio del Collegio Romano, nuova serie, Vol. II..... 4°. Roma, 1863 Bulletino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio Romano, Vol. II ..... 4°. Roma, 1864	Observatoire du Collége romain.
Memorias de la real Academia de ciencias de Madrid, T. II, 2; T. III, 3; T. VI, 1..... 4°. Madrid, 1863–64 Resumen de las actas, 1861–1862..... 8°. Madrid, 1863 Libros del saber de astronomia del rey D. Alphonso X de Castilla, 2 vol..... f. Madrid, 1863	Acad. royale des Sciences de Madrid.

Historia e Memorias da Academia real das Sciencias de Lisboa : Sc. mor. polit. e bellas-lettras, III, 1 . . . . . 4°. Lisbonne, 1863 Sc. math. phys. e natur. III, 1	Acad. royale des Sciences de Lisbonne.
Patent Office Report, 1861, Arts and Manufactures, Vol. I, II. 8°. Washington. 1863 Introductory Report of the Commissioner of Patents, 1863. 8°. Washington, 1864	Bureau des brevets à Washington.
Smithsonian Contribut. to Knowledge, Vol. XIII. 4°. Washington, 1864 Smithsonian miscellaneous Collections, Vol. V. 8°. Washington, 1864 Smithsonian Report, 1862 . . . . . 8°. Washington, 1863	Institut. Smithsonienne à Washington.
Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Vol. V, 4 . . . . . 4°. Philadelphia, 1863 Proceedings of the Acad. of nat Sc. 1863, nos 1 à 7. 8°. Philad. 1863	Acad. des Sciences natur. de Philadelphie.
Boston journal of natural history, Vol. VII, 4 . . . . . 8°. Boston, 1863 Proceed. of the Boston Society, Vol IX, fles 12 à 20. 8°. Boston, 1863	Société d'hist. naturelle de Boston.
17ter Jahresbericht der Staats-Ackerbau-Behörde von Ohio. 8°. Columbus, 1863	Société d'agriculture de l'État d'Ohio.
The American journal of Science and Arts, nos 106 à 111. 8°. New-Haven, 1863-64	MM. Silliman et Dana.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. VI, fles 11 à 22 . . . . . 8°. Boston, 1863	Acad. américaine des Arts et des Sciences.
Annals of the Lyceum of natural History of New-York. Vol. VIII, n° 1 . . . . . 8°. New-York. 1863	Lyceum d'hist. natur. de New-York.
Sickness and Mortality of the Army . . . . . 8°. Washington, 1863	Muséum médical des États-Unis.
Bulletin of the Museum of comparative Zoology . . . . 8°. Boston, 1864 Annual report of the Trustees of the Museum, 1863. 8°. Boston, 1864 Address of his Excellency J.-A. Andrew . . . . . 8°. Boston, 1864	Muséum de zoologie comparée de Boston.
G.-P. Bond ; On the new form of the achromatic object-glass introduced by Steinheil . . . . . 8°. Cambridge, 1863 List of new Nebulae and Star-clusters seen at the Observatory of Harward College, 1847-1863 . . . . . 8°. Cambridge, 1863 Report of the Committee of the Overseers of Harward College, 1863 . . . . . 8°. Boston, 1864 Tr.-Henry Safford ; On the right ascension of the Pole-star. 8°. Cambridge, 1864	Observatoire du Collége Harward.
The Madras Journal of the literature and science, Third series, n° 1 . . . . . 8°. Madras, 1864	Société littér. de Madras.
Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie, XXIV, 5, 6 ; XXV, 1 à 6 ; XXVI, 1, 2 . . . . . 8°. Batavia, 1862-63	Société des Sciences des Indes néerlandaises.

Robert Clarke, surgeon ; Sketches of the colony of Sierra Leone and its inhabitants ..... 8°. London, 1863
John Dean, M. D. ; The gray substance of the medula oblongata and trapezium, avec un atlas de photographies... 4°. Washington, 1864
H. Dor, Dr ; Études physiologiques sur la fève du Malabar. 8°. Genève, 1863
Guillory aîné ; Le marquis de Turbilly, agronome angevin du dix-huitième siècle ..... 8°. Angers, 1862
Isaac Lea ; Observations on the Genus Unio, Vol. X. 4°. Philadelp 1863
Aug. Le Jolis ; Liste des algues marines de Cherbourg. 8°. Paris, 1863
F.-P. Liharzik ; La loi de la croissance et la structure de l'homme, 4°. Vienne, 1862
Giuseppe Longo ; Ricerche storiche sulla legatura delle vene e delle arterie..... 8°. Torino, 1864
Prof. Luigi Magrini ; Sulla importanza dei cimeli scientifici e dei manoscritti di Alessandro Volta ..... 8°. Milano, 1864
J. de Notaris ; Musci italici. Fasc I con 35 tavole.. 4°. Genova, 1864
J.-H.-Fernand Papillon ; La vie et l'œuvre de Charles-Frédéric Gerhardt..... 8° Paris, 1863
E. Plantamour ; Du climat de Genève..... 4° Genève, 1863
Dott.-Attilio Tassi ; Sulla Flora della provincia Senese e Maremma Toscana studi ..... 8°. Siena, 1862
Paolo Volpicelli ; Sulla elettrostatica induzione. Ottava comunicazione ..... 4°. Roma, 1863
Dr Rudolf Wolf ; Mittheilungen über die Sonnenflecken, nº 16. 8°. Zurich, 1864

Dons des auteurs

ESSAI

SUR LES

MYRIAPODES DE CEYLAN

PAR

A. HUMBERT

PRÉFACE

Quoique l'étude des Myriapodes présente au naturaliste de nombreux faits intéressants, elle a toujours été assez négligée, et ces animaux sont en général mal représentés dans les musées. Ils n'ont, il est vrai, rien de séduisant ni dans leurs formes ni dans leur coloration, et ils inspirent ou un sentiment de crainte à cause de leurs piqûres parfois dangereuses, ou de la répulsion à cause de leur apparence serpentiforme et de leur odeur fétide. Ce sont, au reste, des êtres dont la vie se passe surtout dans des retraites sombres, et qui ne tombent par conséquent que rarement sous les yeux des personnes qui ne les recherchent pas; on les rencontre principalement sous les pierres, sous l'écorce des arbres ou dans la mousse, lieux où ils trouvent les conditions de nourriture, d'obscurité et d'humidité qui leur sont nécessaires. Ils manquent complétement, ou sont du moins très-peu nombreux dans les régions polaires; mais une augmentation graduelle dans le nombre de leurs espèces

et dans la taille moyenne de celles-ci se fait sentir d'une manière très-marquée à mesure que l'on s'avance vers l'équateur. Aussi dans un pays comme Ceylan, qui possède un climat à la fois chaud et humide, l'on peut s'attendre à en trouver un assez grand nombre d'espèces.

Pendant le séjour que j'ai fait dans cette île, je n'ai malheureusement pas pu visiter les districts qui sont situés dans la partie sud et sud-ouest du massif central de montagnes, et dont les conditions hygrométriques doivent être favorables au développement des Myriapodes. Comme d'ailleurs il m'a probablement échappé un grand nombre d'espèces dans les parties où j'ai collecté, je dois supposer qu'il en reste beaucoup à découvrir. Le nombre de celles dont j'ai constaté la présence dans l'île par mes propres recherches est de 26, sur lesquelles 24, pour la plupart nouvelles, sont décrites dans ce mémoire; une dizaine d'espèces qui avaient été indiquées par d'autres auteurs comme se rencontrant à Ceylan ne se sont pas trouvées représentées dans mes collections. Je ne doute pas que, lorsque le pays aura été mieux exploré sous ce rapport, le nombre des Myriapodes qui l'habitent ne soit porté à plus d'une soixantaine d'espèces.

Jusqu'à présent, les Myriapodes n'ont pas fourni des faits de distribution géographique bien intéressants; aucune famille, et même aucun genre nombreux en espèces n'est spécial à un continent. Ceylan possède des *Scutigera*, *Scolopendra*, *Mecistocephalus*, *Pollyxenus*, *Polydesmus* (et *Strongylosoma*), genres qui ont tous des représentants en Europe et dans d'autres parties du monde. On y trouve des *Heterostoma*, qui ont des congénères en Afrique et à la Nouvelle-Hollande; des *Sphæropœus*, qui se trouvent dans les îles de la Sonde et aux Philippines et sont très-voisins des *Sphærotherium* du Cap; des *Siphonophora*, qui ont des congénères en Amérique et aux Philippines, et des *Julus* appartenant au sous-genre *Spirostreptus*, dont l'extension géographique est très-grande. Une forme générique (ou sub-générique?) nouvelle s'était trouvée dans mes collections. Je l'avais déjà fait dessiner et en avais préparé depuis longtemps une description, dont la publication a été retardée jusqu'à au-

jourd'hui par diverses circonstances. Sur ces entrefaites, elle a été publiée par M. Peters sous le nom de *Trachyjulus ceylanicus*, que j'adopterai ici. Enfin, chez deux espèces qui sont nouvelles, la lèvre inférieure, tout en présentant certaines analogies avec celles des *Spirostreptus*, en diffère par des caractères assez importants pour autoriser la formation d'une nouvelle coupe dans le genre *Julus*.

Le docteur Templeton avait étudié sur place les Myriapodes de Ceylan, et avait, pendant qu'il résidait dans l'île, publié un petit essai sur cette partie de la faune cingalaise. Mais ce mémoire très-concis paraît avoir été tiré à un petit nombre d'exemplaires et n'avoir jamais été mis en vente. En effet, on ne le trouve indiqué dans aucune bibliographie, et je n'en avais eu connaissance que par une citation qui se trouve dans l'ouvrage de Pridham[1] sur Ceylan, où il est indiqué de la manière suivante : « *Templeton. Myriapoda of Ceylon (privately printed, Ceylon).* » Il m'a été impossible de m'en procurer, et même d'en voir un seul exemplaire à Ceylan. Sir J.-E. Tennent, à qui je m'étais adressé pour avoir des renseignements à ce sujet, a eu l'obligeance d'écrire lui-même au docteur Templeton. Celui-ci a répondu par une lettre que je crois devoir insérer textuellement ici[2], et à laquelle il a joint les descriptions d'une dizaine d'entre les 23 espèces qui avaient été décrites dans son mémoire. Tout en me faisant un plaisir de lui témoigner ici toute ma

[1] *Pridham.* An historical, political and statistical account of Ceylon. London, 1849, vol. II, p. 757. Cette liste de Pridham est reproduite incomplétement dans l'ouvrage de *Sir J.-E. Tennent* (« Ceylon » et « The Natural History of Ceylon »). Les noms d'espèces qui, dans cette liste, sont en italiques dans les Myriapodes, les Arachnides et les Thysanoures, sont de M. Templeton.

[2] 19th July 1863.

My dear Sir James,

Would you kindly announce to M. Humbert that I have searched in vain for a copy of the Myriapodes of Ceylon which I printed when in that happy Island. I have lost them all with many other papers relating to its Natural History. I have however chanced on some old notes regarding a few of those mentioned in your book and have copied them out and herewith send them. He will possibly be able to identify them, but as the brochure was published to serve a temporary purpose and with no particular view to extreme exactitude of description, it is not impossible that he may fail. I have however done my best to fulfil his desire and can only say in conclusion, may Heaven enlighten him.

Etc. etc. R. Templeton.

reconnaissance, je ne crois pas devoir reproduire ces descriptions; d'abord parce que, d'après les faits et d'après les explications que donne le docteur Templeton lui-même sur cet essai, il me semble que l'on ne peut évidemment pas considérer les espèces en question comme ayant été réellement *publiées*. Ensuite les descriptions sont, comme le suppose du reste l'auteur, un peu trop brèves et par conséquent insuffisantes dans l'état actuel de la science. Je dirai seulement que le docteur Templeton avait signalé des espèces des genres *Lithobius, Cryptops, Cambala* et *Craspedosoma*, que je n'ai pas retrouvées.

Il est regrettable que les Myriapodes aient été souvent décrits d'une manière beaucoup trop succincte et que l'on ait indiqué comme caractères spécifiques des particularités communes à plusieurs espèces ou variables avec l'âge, tandis que l'on négligeait des détails d'organisation plus importants et plus fixes. Ainsi, il n'y a qu'un petit nombre d'auteurs qui aient étudié la lèvre inférieure des *Julus*, dans laquelle l'on trouve, comme Brandt l'avait fait voir, d'excellents caractères pour former des subdivisions dans ce genre si nombreux en espèces. Quant aux caractères spécifiques, ils peuvent se tirer d'un assez grand nombre d'organes. Je proposerai ici l'emploi de caractères d'un nouvel ordre qui me semblent avoir une certaine valeur : ce sont ceux que fournissent les organes copulateurs et les segments entre lesquels ils sortent chez les mâles des Julus. Je crois que l'on reconnaîtra que ces pièces ont des formes constantes dans une même espèce tout en présentant des différences très-marquées d'une espèce à l'autre. On peut d'ailleurs remarquer que l'on a employé avec beaucoup d'avantage les caractères fournis par des organes analogues chez les Aranéides. Chez les Polydesmes, les organes copulateurs et le segment qui les porte semblent présenter moins de variations d'une espèce à l'autre; mais par contre, dans quelques espèces de ce genre, on voit chez les mâles, entre la base des pattes du cinquième segment, une palette solide qui a probablement quelque fonction se liant à l'accouplement. Après avoir reconnu l'existence de cet organe chez quelques Polydesmes de Ceylan, j'ai vu qu'il

avait été décrit chez une espèce de Mozambique par M. Peters. La présence et les formes de cet organe peuvent servir à distinguer certaines espèces et pourraient peut-être même être employées pour établir des sections.

Toutes les figures accompagnant ce mémoire ont été dessinées sur papier et ensuite sur pierre par M. A. Lunel, auquel je puis rendre le témoignage qu'il a apporté dans ce travail tout le soin et toute la conscience possibles. Je me suis surtout attaché à faire représenter avec des grossissements convenables les organes ou les régions qui peuvent fournir des caractères spécifiques. Aussi, quoique je ne me dissimule point les imperfections de cet essai, j'espère cependant qu'il pourra fournir des matériaux d'une certaine utilité pour l'histoire des Myriapodes de Ceylan.

Genève, 15 février 1865.

Ordre I. CHILOPODA, Latr.

Segments ne portant chacun qu'une paire de pattes, et ayant leurs arceaux ventral et dorsal disjoints. Antennes sétacées ou moniliformes, ayant au moins 14 articles. Première et seconde paires de pattes transformées en organes buccaux; la première paire petite, palpiforme; la seconde constituant les forcipules dont la partie basilaire plus ou moins soudée simule une lèvre inférieure. Ouvertures sexuelles à l'extrémité postérieure du corps.

Tribu I. SCHIZOTARSIA Brandt.

Antennes très-longues, en soie, à articles extrêmement nombreux. Yeux réticulés, très-gros. Pattes très-longues, inégales, à tarses composés d'articles très-nombreux. Plaques dorsales peu nombreuses. Stigmates à l'extrémité postérieure des plaques dorsales (?) sur la ligne médiane du corps.

Genre SCUTIGERA, Latr. 1802.

(Cermatia, Illig. in Rossi 1807.)

Tête renflée. Antennes sétacées, à articles très-nombreux; les deux ou trois premiers plus forts que les autres; la partie filiforme composée de trois séries jointes entre elles par des articulations mobiles. Pièces basilaires des forcipules disjointes. Plaques dorsales 8[1], imbriquées,

[1] Il existe en outre une petite plaque, molle sur son milieu, cachée sous la partie postérieure de la tête et constituant l'arceau dorsal de la seconde lèvre auxiliaire (forcipules) ou des deux lèvres auxiliaires. En arrière des huit grandes plaques dorsales, l'on trouve encore les traces de deux segments.

échancrées (sauf la dernière) à leur bord postérieur, et présentant dans cette échancrure un trou stigmatiforme allongé [1]. 16 plaques ventrales. 15 paires de pattes; la dernière la plus longue.

Dans ce genre, la première et la seconde lèvre auxiliaires montrent des analogies frappantes avec les pattes. Ainsi la première lèvre auxiliaire présente à l'extrémité des articles qui correspondent au fémur, au tibia et au tarse, de longues épines supérieures et latérales disposées comme dans les pattes; on y trouve aussi l'épine de l'extrémité interne de la cuisse. Quant au métatarse, il n'est représenté que par un article, mais cette pièce est recouverte d'une villosité serrée semblable à celle qui garnit le métatarse des pattes. Sur les articles correspondant au tibia et au tarse, l'on voit aussi des carènes finement épineuses disposées comme dans ces mêmes articles des pattes. Le fémur de la deuxième lèvre auxiliaire est armé, à sa face interne, d'une longue épine placée exactement comme celle que l'on voit aux pattes.

Le genre *Scutigera* se distingue aisément de tous les autres groupes de Myriapodes par des caractères bien tranchés, mais les espèces qu'il renferme présentent, par contre, une assez grande uniformité qui, jointe à l'insuffisance des descriptions et au petit nombre des bonnes figures, rend leur détermination fort difficile. Aussi me suis-je vu forcé de décrire sous un nom nouveau une Scutigère de Ceylan, que je n'ai pu identifier d'une manière certaine avec aucune des espèces déjà connues. J'espère que mes figures, dont je puis garantir l'exactitude, permettront de reconnaître cette espèce avec facilité et de s'assurer si elle est réellement nouvelle, ou si elle doit être réunie à quelque type décrit ou figuré d'une manière insuffisante.

[1] Certains auteurs indiquent ces trous comme étant les orifices des trachées; d'autres décrivent neuf paires de stigmates latéraux. Je n'ai pas réussi à voir ces stigmates latéraux et je n'ai pas pu faire de dissections sur mon unique échantillon pour m'assurer si les fentes dorsales en boutonnières correspondent réellement à des stigmates.

Scutigera Templetoni, nov. sp.

Chaperon à bord très-sinueux. Une profonde dépression médiane commençant entre les yeux et s'étendant sur la région postérieure de la tête. Une autre plus étroite, commençant par un sillon au niveau des antennes et s'étendant en avant. Un enfoncement de chaque côté entre l'œil et l'antenne. Corps s'élargissant faiblement depuis la première plaque dorsale jusque vers le milieu; diminuant ensuite graduellement de largeur jusqu'au milieu de la septième plaque, point à partir duquel le rétrécissement devient plus brusque[1]. La quatrième plaque la plus grande de toutes, sa longueur égalant 1 $^1/_2$ fois celle de la troisième. La dernière plaque (huitième) beaucoup plus petite que les autres et ne portant pas de trou stigmatiforme; sur les sept autres, cette ouverture est grande et de forme allongée. Échancrure du bord postérieur de chaque plaque peu prononcée et ne se terminant pas en épine. Les plaques, surtout à partir de la troisième, finement épineuses à leur bord postérieur; dans les plaques postérieures les épines s'étendant aussi sur les bords latéraux. Dessus des plaques couvert de très-fines épines courtes; ces épines manquant presque complétement sur la première et la huitième, ainsi qu'à la partie antérieure de chaque plaque, là où elle est recouverte par la précédente. Plaques ventrales, lisses, marquées d'un sillon longitudinal médian qui, dans les dernières plaques, n'atteint pas le bord postérieur; leur bord finement épineux. Hanches garnies de légères villosités ambrées, visibles seulement sous une forte loupe; leur bord postérieur armé d'une assez longue épine. Cuisses, tibias et tarses portant cinq crêtes longitudinales garnies d'épines serrées. Ces trois parties de la patte armées chacune à son extrémité distale de trois fortes épines, dont une supérieure et deux latérales. La cuisse portant aussi en dessous, et vers son extrémité distale, une très-longue épine qui paraît manquer à la dernière paire de pattes. Le premier article du métatarse variant un peu de longueur, mais égalant dans presque toutes les pattes au moins trois fois la longueur du second.

Tête d'un vert sale en dessus; chaperon d'un noir de poix, passant en arrière au brunâtre et marqué d'un enfoncement transversal blanchâtre. Antennes brunes. Corps brunâtre en dessus, avec une bande longitudinale jaunâtre sur le milieu des segments. Parties inférieures et hanches d'un blanc sale. Fémur marqué d'une tache d'un bleu foncé, plus nette aux pattes des paires postérieures. Tibia avec deux taches semblables, mais moins marquées. Métatarse brunâtre. (Exemplaire dans l'alcool.)

[1] Je ne tiens pas compte dans cette description de la petite plaque recouverte par la partie postérieure de la tête.

[2] Les épines de l'extrémité des articles des pattes sont sujettes à tomber par le frottement.

Dimensions.

Longueur du corps.	42	mill.
Largeur de la quatrième plaque dorsale	4 1/2	»
Longueur des pattes de la première paire.	34	»
» de l'avant-dernière paire	53	»
» de la dernière paire	95	»
Longueur du métatarse des pattes de la dernière paire . .	55	»

Habite : Peradenia, près Kandy.

Cette Scutigère se rapproche beaucoup de celle que le docteur Templeton a décrite [1] sous le nom de *Cermatia nobilis ;* mais la description et les figures que donne le naturaliste anglais indiquent des caractères qui ne permettent pas d'identifier ces deux formes.

Si l'on doit se fier à la figure, il est vrai un peu vague, de la *C. nobilis*, les segments, et en particulier le premier et le huitième, présentent des différences de forme importantes avec les mêmes pièces dans la *Sc. Templetoni*. La sixième plaque dorsale diffère aussi notablement de cette même plaque dans mon espèce, comme on peut s'en assurer en comparant les deux figures. Les deux lèvres auxiliaires offrent également des différences considérables entre une des espèces et l'autre pour la forme et les proportions de leurs articles.

Ces deux espèces sembleraient aussi pouvoir se distinguer par la coloration. Je ne voudrais cependant pas attacher trop d'importance à ce caractère, parce que l'exemplaire que j'ai étudié avait séjourné longtemps dans l'alcool, tandis que celui d'après lequel le docteur Templeton a fait sa description avait probablement été étudié à l'état frais. Mon échantillon a des dimensions un peu moins fortes que celles de la *C. nobilis*, mais les proportions sont sensiblement les mêmes.

La *C. nobilis* est indiquée par le Dr Templeton comme se trouvant à Maurice et dans l'Inde. Dans sa liste des Myriapodes du British Museum [2], Newport la donne comme de Ceylan.

[1] *Templeton.* Memoir on the genus *Cermatia* and some other exotic Annulosa. Transactions of the Entomol. Soc. of London, vol. III, part. IV, p. 302, pl. XVI et XVII, 1842.

[2] *Newport.* A list of the species of Myriapoda, Order Chilopoda, contained in the cabinets of the British Museum, with synoptic descriptions of forty seven new species. Annals and Magaz. of Nat History, vol. XIII, 1844, p. 94. — Newport donne par erreur comme nom d'auteur à la *C. nobilis* « Paterson » au lieu de « Templeton. »

La description de la *C. dispar*, Templeton *in litt.* est très-brève et insuffisante; cependant elle ne me semble nullement pouvoir se rapporter à mon espèce.

La *C. longicornis*, Fabr. est trop imparfaitement connue pour que l'on puisse espérer de lui identifier aucune espèce. C'est un de ces noms sans valeur qu'il serait bon de faire disparaître des catalogues.

Explication des figures.

Pl. I, fig. 1. *Scutigera Templetoni*, Humb., de grandeur naturelle. — 1 *a*, id., double de grandeur naturelle, sans les pattes ni les antennes. — 1 *b*, plaques 4 (partie postérieure), 5 et 6, très-grossies. — 1 *c*, partie postérieure du corps vue par-dessous; très-grossie. — 1 *d*, mandibule gauche, vue par sa face interne. — 1 *e*, lèvre inférieure, soit première et deuxième mâchoires soudées (Savigny), partie gauche. — 1 *f*, première lèvre auxiliaire (Savigny); partie gauche. — 1 *g*, deuxième lèvre auxiliaire (Savigny), partie gauche. — 1 *h*, patte gauche de la douzième paire, vue par derrière; grossie quatre fois. — 1 *i*, extrémité postérieure du corps très-grossie, montrant la disposition des organes sexuels du mâle. — 1 *k*, id., vue par-dessous. — 1 *l*, id., vue de profil.

Tribu II. HOLOTARSIA, Brandt.

Antennes beaucoup plus courtes que le corps, composées de 14 articles. Yeux agrégés, simples ou nuls. Tarses à trois articles, très-rarement à douze. Stigmates latéraux, percés dans la membrane d'union des segments.

Famille des SCOLOPENDRIDÆ, Leach.

Antennes de 17 à 20 articles. 19 à 23 segments pédigères. Dernière paire de pattes plus forte que les autres.

Genre SCOLOPENDRA, Lin.

21 segments pédigères. Segment céphalique cordiforme, souvent imbriqué; 4 ocelles inégaux de chaque côté; antennes de 17 à 20 articles. 9 paires de stigmates valvulaires.

On a signalé plusieurs espèces de ce genre comme provenant de Ceylan. Ce sont les *Scolopendra tuberculidens, Ceylonensis* et *flava* de Newport. Quoique je n'aie récolté aucune de ces Scolopendres, je donnerai leurs diagnoses d'après Newport. Je ferai de même pour la *Sc. Gragi*, espèce décrite par le même auteur sur des échantillons du British Museum dont la provenance était inconnue, mais que je trouve indiquée avec doute dans le Catalogue des Myriapodes de Ceylan de Sir J. Emerson Tennent[1]. Quant à la *Sc. spinosa* Newport de ce même catalogue, ce ne peut être que l'*Heterostoma spinosa* Newp., que l'on trouvera décrit plus loin. Les *Sc. crassa, pallipes, olivacea, brevis* et *abdominalis* de Templeton doivent être considérées comme des espèces nominales. La seule espèce que j'ai rapportée de Ceylan m'a paru nouvelle, et je l'ai décrite sous le nom de *Sc. bicolor*.

Division I. PARVIDENTATÆ (Newport).

SECTION *A*.

Scolopendra tuberculidens, Newport.

Ann. and Magaz. of Nat. Hist., vol. XIII, 1844, p. 97. — Linn. Trans., vol. XIX, part. IV, 1845, p. 383. — Catal. Brit. Mus. Chilopoda, 1856, p. 30. — Gervais, Ins. Aptères, vol. IV, 1847, p. 267.

S. testacea, dente mandibulari magno basi tuberculo minimo acuto armato, pedum paris postremi articulo basali angusto complanato 6-spinoso : spinâ angulari magnâ 5-fidâ. — Long. unc. 3.

Habitat : In insulâ Ceylon (Newport).

Je n'ai pas observé cette espèce, non plus que les deux suivantes, que Newport a décrites comme de Ceylan.

SECTION *B*.

Scolopendra Ceylonensis, Newport.

Linn. Trans., vol. XIX, part. IV, 1845, p. 391. — Catal. Brit. Mus. Chilopoda, 1856, p. 38. — Gervais, Ins. Aptères ; tome IV, 1847, p. 267.

[1] *Sir J. Emerson Tennent.* The Natural History of Ceylon, 1861.

S. saturate castanea, articulis tarsalibus virescentibus, scutorum dorsalium lateribus distincte marginatis, pedum pari postremo spinis ut in Scol. subspinipede *armato.* — Long. unc. 5.

Habitat : In Insulâ Ceylon (Newport).

Scolopendra flava, Newport.

Linn. Trans., vol. XIX, part. IV, 1845, p. 392. — Catal. Brit. Mus., 1856, p. 40. — Gervais, Ins. Aptères, vol. IV, p. 268.

S. tota flava, appendicibus analibus læte olivaceis, segmento cephalico basilarique depressis latis, dentibus 10 minutis, pedibus postremis elongatis angustatis; articuli basalis superficie superiore subconvexâ marginibus subacutis : interiore spinis tribus validis acutis : inferiore convexâ spinis duabus acutis nigro-apiculatis. — Long. unc. 5 $^1/_2$.

Habitat : In Insulâ Ceylon? (Newport).

Scolopendra bicolor, nov. sp.

Tête fortement déprimée, se rétrécissant au niveau des yeux et portant une légère échancrure à son bord antérieur. Antennes de 17 à 18 articles[1]. Denticules labiaux très-petits, arrondis, au nombre de 6 à 8 de chaque côté. Segment basilaire arrondi antérieurement sur ses côtés, recouvert par le bord postérieur de la plaque céphalique. Second segment le plus court de tous. Troisième segment plus long que le quatrième, mais plus court que le cinquième. Sixième segment plus court que le cinquième et que le septième. Le neuvième et le onzième plus courts que le huitième, le dixième et le douzième. Plaques dorsales des segments antérieurs à peu près carrées; celles des segments du milieu et surtout de la partie postérieure du corps à bords latéraux arrondis et bordés. Avant-dernière plaque ventrale à bord postérieur droit. Dernière plaque ventrale terminée aussi en arrière par un bord droit; ses angles postérieurs arrondis. Appendices anaux représentés seulement par une petite épine de chaque côté. Pattes postérieures grêles; leur premier article ne portant qu'une saillie tuberculeuse fort petite à son extrémité interne supérieure

Dessus de la tête et du premier segment, lèvre inférieure et forcipules ferrugineux. Segments 2, 4 et 6 d'un vert-émeraude; segments 3, 5 et 7 roux. Les segments 8, 10, 12, 14, 16 et 18 paraissent avoir été roux, et les segments 11, 13, 15, 17

[1] Le seul échantillon que j'ai pu examiner a 17 articles à l'antenne droite et 18 à la gauche.

et 19 verts[1]. Segments 20 et 21 roux. Pattes et antennes rousses. Extrémité des crochets des forcipules et ongles noirs.

Dimensions.

Longueur du corps (avec la tête)	125 mill.
Longueur des antennes	22 »
Longueur des pattes postérieures.	21 »

Habite : Trincomalie.

Explication des figures.

Pl. I, fig. 2. *Scolopendra bicolor*, Humb., tête et premiers segments vus par-dessus; de grandeur naturelle. — 2 *a*, tête et trois premiers segments vus par-dessous; figure grossie — 2 *b*, lèvre inférieure. 2 *c*, les trois derniers segments vus par-dessus; de grandeur naturelle. — 2 *d*, les mêmes, vus par-dessous.

Division II. LATIDENTATÆ, Newport.

Scolopendra Grayi, Newport.

Ann. and Magaz. of Nat. Hist., vol. XIII, 1844, p. 98. — Linn. Trans., vol. XIX, part. IV, 1845, p. 403. — Catal. Brit. Mus. 1856, p. 52. — Gervais, Ins. Aptères, tome IV, 1847, p. 289.

S. capite corpore pedibusque saturate ferrugineis, pedibus longis compressis; paris postremi articulo femorali elongato; spinis parvis circiter 15 in margine superficieque interiore in seriebus 3 v. 4 obliquis : 12-14 que in superficie inferiore in seriebus tribus longitudinalibus alternantibus dispositis. — Long. unc. 6 $^{1}/_{4}$ (Newport).

Habitat : In insulâ Ceylon?

Genre HETEROSTOMA, Newport[2].

Scolopendra (pars) auct.

Antennes longues, de 20 articles. Segment céphalique petit, arrondi en avant; segment basilaire large, à bord antérieur coupé transversalement. Dents très-grandes, lancéolées, aiguës. Stigmates grands, en crible,

[1] L'échantillon ayant un peu souffert du séjour dans l'alcool, ce n'est qu'avec un certain doute que j'indique la coloration des segments 8 à 19.

[2] *Newport (George)*. Monograph of the class Myriapoda, order Chilopoda. — Transactions of the Linnean Soc. of London, vol. XIX, part. IV, 1845.

au nombre de 10 paires. Pattes de la dernière paire armées de fortes épines (Newport).

Le genre *Heterostoma* a été établi par Newport pour des Scolopendres dont le caractère principal est d'avoir les stigmates sous la forme d'une grande plaque ovalaire criblée de trous, correspondant chacun à un petit vaisseau trachéen.

M. Gervais[1] a adopté ce genre, et y a fait rentrer les espèces décrites par Newport, sauf les *Scolopendra spinulosa, elegans* et *fulvipes* de Brandt, qu'il laisse avec les vraies Scolopendres. Par contre, il décrit deux espèces nouvelles.

Dans le Catalogue du British Museum[2], auquel est attaché le nom de Newport, mais qui n'a été publié en réalité qu'après la mort de ce savant au moyen des matériaux qu'il avait laissés, et par les soins de M. Adam White, nous ne trouvons qu'une reproduction du premier travail de Newport avec l'adjonction des deux espèces décrites par M. Gervais.

Les espèces qui rentrent dans ce genre vivent à la côte occidentale d'Afrique, en Australie, en Chine et dans les îles de la mer du Sud. Une de celles qui sont le mieux caractérisées se trouve à Ceylan. Newport en a donné la description suivante :

Heterostoma spinosa, Newport[3].

« H. olivacea, mandibulis labio pedibusque postremis ferrugineis, dentibus 6 maxi-
« mis, spiraculorum laminis saturate brunneis, pedum postremorum articulo basali
« robusto subconico spinis 5 validis alternantibus in margine interiore spinâ angu-
« lari acutâ in mare crassâ dilatatâ in feminâ magnâ : spinisque totidem in superficie
« inferiori, appendicibus analibus lateralibus longissimis rotundatis acutis. » — Long. unc. 5.

[1] Histoire naturelle des Insectes Aptères, tome IV, p. 244, 1847

[2] Catalogue of the Myriapoda in the Collection of the British Museum, by G. Newport. Part. I : Chilopoda. London, 1856.

[3] Trans. Linn. Soc. vol. XIX, part. IV, 1845, p. 414, pl. XL, fig. 8. — M. Gervais a modifié le nom en *Heterostoma spinosum*. Cette forme est plus correcte et devrait peut-être être adoptée ; néanmoins je conserve provisoirement le nom d'espèce tel que Newport l'avait établi.

« Les segments sont quelquefois marginés de vert? Segment céphalique ovalaire, « cordiforme; segment basilaire large, transverse : lèvre et mandibules ferrugineuses : « six dents noires et triangulaires; plaques dentaires ponctuées; dent mandibulaire « nulle. Paire postérieure de pattes forte; article fémoral allongé, avec la face supé- « rieure convexe, le bord externe subaigu et l'interne armé de cinq fortes épines, dont « les quatre antérieures sont disposées en deux séries alternantes, et la cinquième ou « apicale est très-longue et aiguë dans la femelle, et développée chez le mâle en un « large appendice en lancette. Surface inférieure armée de quatre et quelquefois de « cinq fortes épines en deux séries longitudinales. Appendices anaux latéraux très- « longs, arrondis, courbés et grêles, avec une forte épine sur le bord externe, et leur « sommet trifide. Écaille préanale subcordiforme, profondément émarginée. »

Voici maintenant une description faite d'après les échantillons que j'ai rapportés de Ceylan :

Tête petite, contractée au niveau des ocelles, plus étroite que le premier segment sur lequel elle ne se prolonge pas. Antennes d'une vingtaine d'articles [1], longues, atteignant à la base de la quatrième paire de pattes. Plaque labiale très-développée, armée de six dents principales, dont les deux médianes portent à leur côté interne un denticule accessoire. Crochet des forcipules fort, peu arqué, tranchant à son bord interne. La dernière plaque ventrale échancrée à son bord postérieur; ses angles latéraux arrondis.

Stigmates portés par les segments 3, 5, 7, 10, 12, 14, 16, 18 et 20.

Quatre ocelles de chaque côté.

Appendices latéraux de l'anus très-forts, renflés et terminés par une double épine. Ils portent en outre une épine à leur face externe, et une autre à la face interne supérieure, vers leur extrémité. Article basilaire de la dernière paire de pattes garni de neuf épines distribuées sur ses faces interne et inférieure. Au bord interne et supérieur de son extrémité se trouve un fort prolongement renflé et terminé en pointe qui atteint au delà du milieu du second article.

Segments bruns en dessus (dans l'alcool), bordés en partie de verdâtre en arrière; mandibules, lèvre inférieure et dernière paire de pattes marrons. Antennes, parties buccales et pattes jaunes. Dents labiales, extrémité des crochets des forcipules, ongles des pattes et épines de la dernière paire noirs. (Un individu ♂.)

[1] Sur mes trois échantillons, l'un a 20 articles à chaque antenne, un autre n'en a que 18, et le troisième en a 20 à l'antenne droite et 19 à la gauche.

Dimensions.

Longueur depuis l'extrémité antérieure de la tête jusqu'à l'extrémité postérieure du dernier segment	132	mill.
Longueur de la tête	7 ½	»
Largeur »	8	»
Longueur du premier segment	5 ½	»
Largeur » »	11	»
Longueur de la douzième plaque dorsale	8	»
Largeur » »	12	»
Longueur de la dernière plaque dorsale	6	»
Largeur » »	8	»
Longueur des antennes	28 ½	»
Longueur de la dernière paire de pattes	25	»

Un autre échantillon (♀) présente des différences dans l'article basilaire de la dernière paire de pattes. On y compte huit épines distribuées dans sa région interne et inférieure. Mais l'article d'un des côtés porte seulement une double épine à l'extrémité de son bord interne supérieur, et l'article de l'autre côté n'a aussi à la même place qu'un petit tubercule.

La longueur depuis l'extrémité antérieure de la tête à l'extrémité postérieure du dernier segment est de 141 mill. La longueur des antennes est de 26 à 27 mill. La longueur de la dernière paire de pattes est de 25 mill.

Enfin, un troisième individu (♂?) présente à l'article basilaire droit des pattes de la dernière paire huit épines et un prolongement identique à celui du premier échantillon. Mais la patte de gauche n'a que les trois cinquièmes de la longueur de celle de droite, et est conformée à peu près comme celle du second échantillon, c'est-à-dire sans prolongement, et ses épines sont moins nombreuses. Ou cet individu était hermaphrodite, ou, ce qui est beaucoup plus probable, la patte de gauche a été brisée et reproduite.

La longueur mesurée de l'extrémité antérieure de la tête à l'extrémité postérieure du dernier segment est de 129 mill.; la longueur des antennes est de 26 mill. et celle de la dernière paire de pattes de 27 ½ mill.

Habite : Trincomalie.

Explication des figures.

Pl. II, fig. 3. *Heterostoma spinosa*, Newport, tête et premiers segments vus par-dessus; de grandeur naturelle.—Pl. I, fig. 3 *a*, la même région vue par-dessous; figure grossie.—3 *b*, lèvre inférieure; très-grossie. — Pl. II, fig. 3 *c* derniers segments du second échantillon (♀) vus par-dessus; de grandeur naturelle — 3 *d*, la même région chez le premier échantillon (♂), vue par-dessus; de grandeur naturelle. — 3 *e*, la même partie vue par-dessous.

Famille des GEOPHILIDÆ, Leach.

Antennes de 14 articles. Pas d'yeux, ou une seule paire d'ocelles. Segments nombreux (55 au moins), subégaux, en partie doubles en dessus, simples en dessous. Pattes de la dernière paire tentaculiformes.

Cette famille n'est formée que de l'ancien genre *Geophilus* de Leach. M. Gervais y a fait rentrer aussi son genre *Scolopendrella*, mais nous pensons, avec M. Newport, que cette association n'est pas justifiée, et que les Scolopendrelles doivent être rapprochées des *Lithobius*.

M. Newport a réparti les Géophilides dans les quatre genres *Mecistocephalus, Arthronomalus, Gonibregmatus* et *Geophilus*.

Le genre *Mecistocephalus*, dont j'ai rencontré une espèce à Ceylan, correspond à peu près à la première section établie dans le genre Geophilus par M. Gervais, celle de ses *Géophiles maxillaires*. Voici la caractéristique du genre, telle qu'elle est donnée par Newport :

Genre MECISTOCEPHALUS, Newport.

Geophili maxillares, Gervais.

« Segmentum cephalicum angustissimum elongatum, quadratum, latitudine plus duplo longius. Antennæ subapproximatæ, articulis obconicis. Segmenta basilare subbasilareque coalita, pedum par anticum ge-

rentia. Mandibulæ incrassatæ, prominentes, margine interno denticulatæ. Corpus sensim attenuatum. »

L'espèce que j'ai trouvée à Ceylan est très-voisine de celle que Newport a nommé *M. punctifrons* et qu'il caractérise comme suit :

Mecistocephalus punctifrons, Newport.

Capite saturate castaneo, segmento cephalico mandibulisque profunde punctatis, corpore testaceo, mandibulis dentibus duobus acutis magnis, pedum paribus 49. — Long. unc. 2 $^{5}/_{10}$.

Habitat : In India orientali, prope Maderaspatam[1] (Brit. Museum).

Cette diagnose est celle qui est donnée dans les Transactions de la Société Linnéenne de Londres (vol. XIX, part. IV, 1845, 429) et reproduite dans le Catalogue des Myriapodes du Musée Britannique (part. I, Chilopoda. 1856, p. 82). La description originale, qui se trouve dans les Proceedings de la Société zoologique (part. X, 1842, p. 179), contient en outre les détails suivants :

« Segment frontal luisant, avec de petites ponctuations éparses; mandibules très-« fortes, luisantes et profondément ponctuées sur leur face supérieure; leur bord « interne aigu et armé de deux grandes dents tranchantes; lèvre aplatie, luisante, avec « une dépression longitudinale et quelques ponctuations éparses; corps se rétrécissant « graduellement, mais large et fort en avant; pattes au nombre de 49 paires, larges, « fortes. »

L'espèce nouvelle que je propose d'établir offre des analogies très-prononcées avec celle de Newport; mais elle présente aussi certaines différences qui empêchent de réunir ces deux formes tant que l'on n'aura pas démontré qu'il ne s'agit que de caractères sexuels, ou que la figure de Newport est inexacte.

La différence principale se remarque dans les pattes de la première paire qui, chez le *Mecistocephalus punctifrons*, sont sensiblement de la même force et de la même longueur que celles de la seconde paire, tandis que dans mon espèce elles sont excessivement grêles et courtes, dépassant à peine les côtés du corps, et par conséquent tout à fait impropres à la marche. Aussi je propose de nommer l'espèce de Ceylan.

[1] Ce nom, que M. Gervais écrit « Maderapatam,» désigne la ville de Madras. « Patam ou Patnam, » signifie dans certaines langues de l'Inde « ville, cité. »

Mecistocephalus heteropus, nov. sp.

Segment céphalique ponctué; les ponctuations plus marquées en arrière qu'en avant. Pas d'ocelles. Antennes de 14 articles, légèrement villeuses. *Forcipules lisses*; leur article fémoral portant à son bord interne deux tubercules pointus. Lèvre inférieure marquée d'une dépression longitudinale très-faiblement indiquée, sa ponctuation presque nulle. Corps se rétrécissant en arrière. Arceaux dorsaux des segments presque lisses. A partir du cinquième segment, chaque arceau dorsal porte une double ligne enfoncée longitudinale disparaissant dans les deux ou trois derniers. 49 segments (sans la tête); autant d'arceaux supérieurs proprement dits entre lesquels s'en intercalent, à partir du treizième ou du quatorzième, d'autres qui sont d'abord très-courts, mais qui grandissent dans la région postérieure du corps. 49 paires de pattes; *la première extrêmement courte et grêle*, impropre à la marche; la dernière constituant les filets postérieurs qui sont plus longs que les pattes. Pièce basilaire d'où naissent ces filets lisse en dessus, marquée sur les côtés, et en dessous de fortes ponctuations serrées.

Tête et antennes d'un brun-rouge foncé, cette coloration se prolongeant sur les cinq ou six premiers arceaux supérieurs. Reste du corps brunâtre en dessus. Arceaux inférieurs et pattes roussâtres. Moitié terminale des crochets des forcipules d'un noir de poix.

Dimensions.

Longueur du corps (de l'extrémité antérieure de la tête à l'extrémité postérieure du dernier segment).	36 mill.
Longueur des antennes.	6 »
Largeur du corps au milieu.	2 »

Habite. Pundel-Oya valley.

Explication des figures.

Pl. II, fig. 4. *Mecistocephalus heteropus*, Humb.; de grandeur naturelle. — 4 *a*, tête et premiers segments, vus par-dessus; très-grossis. — 4 *b*, derniers segments, vus par-dessus; très-grossis. — 4 *c*; tête et premiers segments, vus par-dessous. — 4 *d*, derniers segments, vus par-dessous.

Pl. II, fig. 5. *Mecistocephalus punctifrons*, Newport. Copie de la figure donnée par Newport dans les Transactions de la Société Linnéenne de Londres.

Ordre II. DIPLOPODA, Gervais.

(CHILOGNATHA, Latr.)

Segments le plus souvent cylindriques ou subcylindriques, portant pour la plupart deux paires de pattes chacun. Antennes de 7 articles. Organes buccaux consistant en une paire de mandibules et une lèvre inférieure; celle-ci formée de deux paires d'appendices soudés; ces diverses parties quelquefois transformées en un suçoir. Orifices sexuels situés dans la partie antérieure du corps et s'ouvrant à la base d'une paire de pattes; les mâles possédant en outre des organes copulateurs remplaçant une ou deux des paires de pattes du septième segment (sauf chez les Glomérides, où ils se trouvent à la partie postérieure du corps).

Famille des POLLYXENIDÆ, Leach.

Corps peu résistant, composé de 9 segments sans la tête. Pattes au nombre de 14 paires. Antennes de 8 articles. Ocelles agrégés. Des rangées transversales et des bouquets latéraux de poils aplatis ou polyédriques dentelés; des faisceaux de poils plus longs, dentelés et terminés par des crochets, formant un prolongement caudiforme à l'extrémité postérieure du corps. Ouvertures sexuelles à la base de la seconde paire de pattes.

Cette famille ne comprend que le genre *Pollyxenus*, Latr., dont le type est le *P. lagurus*, petit myriapode très-commun dans une grande partie de l'Europe. D'autres espèces ont été trouvées en Algérie et dans l'Amérique septentrionale.

J'ai rencontré une espèce ressemblant au *P. lagurus* dans des tiges desséchées d'Euphorbiacées sur une colline qui domine Trincomalie. Malheureusement, le flacon dans lequel j'avais mis ces petits animaux s'est ouvert et ils ont été perdus. Mais le faciès des Pollyxènes est si bien caractérisé que je puis indiquer avec certitude l'existence d'animaux de ce genre à Ceylan.

Famille des POLYDESMIDÆ, Gray.

Pieds généralement en nombre défini et fixe dans un même genre. Yeux manquant le plus souvent. Segments presque toujours carénés sur les côtés. Organes copulateurs mâles faisant saillie à l'extérieur et remplaçant une des paires de pattes du septième segment. Corps pouvant s'enrouler en spirale.

Genre POLYDESMUS, Latr.

Pas d'yeux; segments monozonés, au nombre de 20 sans la tête, formés de deux moitiés dont l'antérieure ou *prozonite* est cylindrique et pénètre en partie dans le segment précédent, et dont la postérieure ou *métazonite* porte une carène latérale plus ou moins forte. Premier segment clypéiforme. Segment préanal terminé en pointe ou en palette. 31 paires de pattes chez les femelles, 30 chez les mâles, qui ont une paire de pattes remplacée par les organes copulateurs.

Je n'ai pas cru devoir adopter les sections, sous-genres, ou genres établis aux dépens des *Polydesmus*, et dont quelques-uns me paraissent n'être que des divisions très-artificielles. Je me suis contenté d'indiquer la place que certaines des espèces que je décris me semblent devoir occuper.

Polydesmus cognatus, nov. sp.

Médiocrement allongé, plus large au milieu qu'aux deux extrémités; aplati en dessus; environ 6 $^1/_2$ fois plus long que large. Segments serrés, prozonites peu visibles. Tête marquée en arrière d'un petit sillon longitudinal médian qui cesse en avant, au-dessus du niveau des antennes. Chaperon faiblement échancré. Antennes à 1er article très-court; 2^{me} et 3^{me} allongés, le 3^{me} étant un peu plus long que le 2^{me}; 4^{me} de la longueur du second, très-étranglé à sa base; 5^{me} un peu plus long que le 4^{me}, grossissant vers son articulation avec le 6^{me}, qui est renflé en dessus; 7^{me} petit, atténué vers le bout, et ayant à peine la moitié de la longueur du 6^{me}. Antennes comprimées, de telle sorte que la massue formée par les trois derniers articles paraît plus grosse lorsqu'on la regarde par-devant que lorsqu'on la regarde par-dessus. Tous les segments, sauf le premier, épineux à leurs angles postérieurs. Le premier, très-différent des suivants par la forme et la disposition des ornements; de forme ovalaire, à grand diamètre transversal; son bord antérieur plus arqué que le postérieur; quatre tubercules très-petits, formant une rangée transversale le long de la moitié de son bord antérieur; le reste de sa surface occupé par dix gros tubercules peu élevés, disposés en deux rangées, dont l'antérieure est formée de quatre tubercules, et la postérieure de six; ce premier segment plus étroit que la tête et que le second segment, qui ont à peu près la même largeur. Angles postérieurs des segments, depuis le second au dix-neuvième, épineux et dirigés d'avant en arrière. Ces segments portant des tubercules disposés sur chacun en trois rangées transversales; la rangée antérieure et la rangée médiane formées chacune de six tubercules s'infléchissant en arrière sur les côtés; la rangée postérieure formée de quatre tubercules et occupant seulement la région médiane du bord postérieur. Ce bord dentelé par les saillies de ces derniers tubercules qui, dans les segments postérieurs, se prolongent en une fine épine dirigée en arrière. Outre cette disposition des tubercules en rangées transversales sur chaque segment, on remarque qu'ils ont aussi une disposition régulière d'avant en arrière sur toute la longueur du corps, dessinant un sillon longitudinal médian bordé de chaque côté d'une rangée de tubercules, et, en dehors de cette rangée, sur chaque segment, un sillon oblique d'avant en arrière et de dehors en dedans. Segments entièrement marqués d'une ponctuation très-fine et très-régulière, qui ne se voit qu'à l'aide d'une forte loupe et est surtout apparente dans le prozonite; le sommet des tubercules est seul lisse; de chaque côté deux ou trois dentelures à leur bord latéral; segment préanal terminé en pointe. Valves anales normales. Plaque sous-anale angu-

leuse, portant de chaque côté, près du sommet, deux petits tubercules munis chacun d'un long poil dirigé en arrière. Pattes de longueur médiocre. Pores répugnatoires portés par les segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, et s'ouvrant en dessus près de l'angle postérieur des segments.

D'un brun grisâtre; pattes de couleur pâle (dans l'alcool). Les échantillons séchés après un séjour dans l'alcool devenant d'un gris-blanc avec leurs pattes très-claires.

Dimensions.

Longueur.	12 à 14 mill.
Largeur	2 mill.

Habite : Peradenia, près Kandy, et Pundel-Oya Valley.

Rapports et différences. Ce Polydesme appartient au même groupe que le *Pol. complanatus*, de Geer d'Europe, et que le *Pol. serratus*, Say de l'Amérique du Nord. Il se distingue toutefois plus facilement de ces deux espèces que celles-ci ne se distinguent l'une de l'autre. Il paraît être d'une taille plus faible; les tubercules qui ornent les segments sont plus égaux, plus distincts, à sommet plus pointu; les pores répugnatoires sont percés à la face supérieure du segment et non sur le côté; enfin, tous les segments en arrière du premier ont à leurs angles postérieurs une épine bien prononcée.

Explication des figures.

Pl. II, fig. 6. *Polydesmus cognatus*, Humb.; très-grossi. — 6 *a*, sa longueur. — 6 *b*, les trois derniers segments, les valves anales et la plaque sous-anale, vus par-dessous; figure très-grossie. — 6 *c*, douzième segment, vu par-dessus; très-grossi. — 6 *d*, un segment du milieu du corps, vu par derrière; très-grossi.

Polydesmus Kelaarti, nov. sp.

Un faible sillon longitudinal partant du front, entre les yeux, et allant jusqu'au niveau du premier segment. Dos presque plat, très-légèrement voûté sur la ligne médiane; carènes un peu relevées sur les côtés; prozonites en partie découverts. Bord antérieur du premier segment à courbure régulière; bord postérieur sinueux, la région médiane de ce bord faisant une courbe à convexité antérieure; côtés du segment anguleux. Tous les segments, à l'exception des trois ou quatre premiers, marqués sur le métazonite d'un sillon transversal peu profond ne s'étendant pas sur les carènes. Carènes placées haut sur les segments; toutes (sauf celles du premier et du deuxième segments) un peu relevées à leur bord externe, qui est coupé presque

droit et parallèle à la longueur du corps; leur angle antérieur arrondi, le postérieur au contraire aigu et de plus en plus dirigé en arrière à mesure que l'on s'avance vers l'extrémité postérieure du corps. Bord externe de la carène faiblement creusé en une gouttière dans le milieu de laquelle s'ouvrent les pores répugnatoires. Ceux-ci très-petits, percés dans les segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18 et 19. Segment préanal portant sur les côtés deux tubercules placés peu en avant de l'extrémité, et entre eux, deux autres très-petits. Plaque sous-anale à bord postérieur arrondi. Pattes inermes, couvertes d'une villosité assez serrée. Prozonites marqués d'une ponctuation excessivement fine qui les fait paraître mates. Métazonites entièrement couverts de granulations serrées et régulières. Antennes et tête tomenteuses. Bord postérieur de chaque segment garni d'une rangée de poils dirigés en arrière [1].

Chaperon d'un brun jaunâtre; les autres parties de la tête, les antennes et les segments d'un brun-rouge très-foncé en dessus et sur les côtés; partie inférieure des segments et premiers articles des pattes d'un brun-jaune dans la région antérieure du corps, passant au jaunâtre dans les parties postérieures. Derniers articles des pattes plus foncés. Carènes des premiers segments et angle postérieur des carènes dans les suivants d'un jaune vif.

Dimensions.

Longueur.	32 mill.
Largeur	3 $^{3}/_{4}$ mill.

Habite : Trincomalie.

Outre la forme que je viens de décrire comme typique, à cause de ses dimensions plus fortes et de sa coloration plus vive, j'ai trouvé les variétés suivantes:

Var. A. Individu femelle n'ayant que 19 segments et 29 paires de pattes. Couleurs plus pâles et moins tranchées. Antennes et pattes livides. — Longueur, 22 mill.

Habite: Peradenia.

Un autre individu est tout semblable à celui-ci, sauf qu'il présente une petite denticulation au bord postérieur de la plaque sous-anale. C'est un mâle ayant 19 segments et 28 paires de pattes; ses organes copulateurs sont incomplétement développés, et on ne voit pas de traces de palette. — Long., 22 mill. Larg., 2 $^{1}/_{2}$ à 3 mill.

Habite : Peradenia.

Enfin, un individu femelle ayant 19 segments et 29 paires de pattes fait le passage entre le type et la variété. Le seul caractère particulier qu'il présente, c'est d'avoir

[1] Ces poils sont sujets à manquer chez les individus qui ont été maniés. Ils ont été oubliés dans la fig. 7 *d*.

sur le premier segment trois rangées transversales de tubercules un peu plus gros que les autres; l'une se trouve le long du bord antérieur, une autre le long du bord postérieur, et la troisième au milieu.

Habite : Trincomalie

Var. B. Un échantillon femelle, qui n'a que 15 millimètres de longueur, possède cependant 20 segments et 31 paires de pattes. Il est d'une teinte plus claire que le type; ses pattes sont entièrement d'un jaunâtre clair, mais les taches jaunes latérales des segments sont nettement marquées. Les trois rangées transversales de tubercules du premier segment sont peu distinctes.

Habite : Peradenia.

On peut rapprocher de cette femelle un mâle qui a 20 segments et 30 paires de pattes; ses organes copulateurs sont bien développés, et on voit une *palette* courte entre les pattes de la quatrième paire. Il a aussi des teintes plus pâles que le type; ses pattes sont entièrement d'un jaunâtre clair; ses antennes sont foncées, de la couleur de la tête et des segments, et paraissent être proportionnellement un peu plus grosses que dans le type. Quoique adulte, cet individu n'a que 16 $^1/_2$ mill. de longueur.

Habite : Peradenia.

Enfin, deux autres individus mâles ayant des organes copulateurs bien développés, une palette à la quatrième paire de pattes, 20 segments et 30 paires de pattes, ont une coloration exactement semblable à celle du type dont ils ne diffèrent guère que par leurs dimensions; ils n'ont, en effet, que 16 mill. de longueur et 1 $^1/_2$ de largeur. Leurs antennes sont, comme dans l'échantillon précédent, plus renflées vers l'extrémité, ce qui pourrait être un caractère du sexe.

Habite : Peradenia.

Rapports et différences. Malgré les variations considérables de taille que présente cette espèce, et l'intensité plus ou moins grande de sa coloration, elle est facile à reconnaître à la forme de ses carènes, à leur entaille latérale, à la petitesse des ouvertures de ses pores répugnatoires, à la granulation de ses segments et à son mode de coloration. Ces caractères permettent de la distinguer des autres espèces connues de Ceylan.

Explication des figures.

Pl. II, fig. 7. *Polydesmus Kelaarti,* Humb.; double de grandeur naturelle. — 7 *a*, sa longueur. — 7 *b*, extrémité du segment préanal, vue par-dessus; très-grossie. — 7 *c*, segments 19 et 20, valves anales et plaque sous-anale, vus par-dessous; grossis. — 7 *d*, douzième segment, vu par-dessus; grossi. — 7 *e*, un segment du milieu du corps, vu par derrière; très-grossi.

Polydesmus Saussurii, nov. sp.

Médiocrement allongé; la largeur au milieu du corps égalant un sixième de la longueur totale. Très-légèrement élargi en avant au niveau des 2me et 3me segments. D'une largeur uniforme depuis le 4me ou 5me segment jusqu'au 15me, à partir duquel commence le rétrécissement. Sommet de la tête marqué d'un sillon longitudinal commençant entre les antennes et se prolongeant jusqu'en dessous du 1er segment. Antennes atteignant le milieu ou le bord postérieur du 4me segment ; article basilaire court, les articles 2 à 6 sensiblement égaux, le 7me très-petit. Premier segment anguleux sur les côtés, arrondi en avant, avec une très-faible sinuosité au point où commence la carène ; bord postérieur de la carène formant une courbe à convexité antérieure. Second segment plus court dans son milieu que tous les autres, mais avec une grande carène égale à celle du 6me segment. Les 3me et 4me segments moins courts dans leur milieu que le second, mais leurs carènes par contre beaucoup plus courtes (surtout dans le 3me) que celles des segments suivants. Les segments, depuis le 4me ou 5me jusqu'au 18me, marqués sur le métazonite d'un sillon transversal ne se prolongeant pas sur la carène; leurs angles antérieurs arrondis. Angles postérieurs des segments de la région moyenne du corps droits, prolongés chez certains individus en une pointe postérieure. Carène devenant plus étroite, et son angle postérieur plus prononcé dans les derniers segments ; celle du 19me segment en forme de tubercule pointu dirigé en arrière. Carènes munies d'un rebord qui est très-faible dans celles qui ne portent pas de pores répugnatoires, et un peu plus fort dans celles qui en portent. Pores répugnatoires portés par les segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18 et 19, et percés dans de petits enfoncements du bord externe. Carènes faisant de fortes saillies, placées assez haut sur le segment, presque horizontales et très-légèrement tombantes dans la région moyenne et postérieure du corps ; devenant de plus en plus tombantes dans les trois ou quatre segments antérieurs jusqu'au 1er, où elles forment une voûte régulière avec la partie supérieure du segment. Segment préanal terminé par un prolongement droit et arrondi. Valves anales ayant chacune deux petites élévations près de la fente anale. Plaque sous-anale de moyenne grandeur, son bord postérieur arrondi. Pattes inermes médiocres, mais paraissant varier de longueur sans que cette variation se lie à une différence de sexe. Une *palette* large et courte, à bord arrondi et épaissi, faisant saillie entre les pattes antérieures du 5me segment (4me paire), dirigée obliquement de haut en bas et d'avant en arrière, et formant avec la direction du corps un angle de 45°. Une légère villosité aux antennes et aux pattes.

Antennes noires; tête noire passant à la couleur de poix en avant et sur les côtés. Segments d'un noir profond passant à la couleur de poix sur le milieu de leur partie ventrale. Carènes et pointe du segment préanal d'un jaune clair (devenant d'un blanc sale chez les individus secs) Pattes d'un brun-jaunâtre sale (blanchâtres chez les individus secs).

Dimensions.

Longueur	40	à 43 mill.
Largeur au milieu du corps .	6 $^1/_2$	à 7 »

Habite : Peradenia, près Kandy.

Les variations que l'on trouve entre les différents échantillons de cette espèce portent sur la présence ou l'absence de granulations sur les métazonites. Chez un individu, on voit une dizaine de granules plus gros sur le bord postérieur des segments de la région antérieure et moyenne du corps. Le sillon transversal commence tantôt au 4^{me}, tantôt au 5^{me} segment.

Rapports et différences. Voir à l'espèce suivante (*P. Thwaitesii*).

Explication des figures.

Pl. II, fig. 8. *Polydesmus Saussurii*, Humb ; de grandeur naturelle. — 8 *a*, le même, sans les pattes; double de grandeur naturelle. — 8 *b*, cinquième segment, vu par-dessous pour montrer la palette qu'il porte ; très-grossi. — 8 *c*, le même segment, vu de profil ; très-grossi. — 8 *d*, un segment du milieu du corps, vu par derrière ; très-grossi.— 8 *e*, lèvre inférieure ; grossie sept fois.

Polydesmus Thwaitesii, nov. sp.

Espèce très-voisine de la précédente, dont elle se distingue cependant aisément par ses dimensions et sa coloration, ainsi que par quelques différences de formes. Tête et antennes ressemblant tout à fait à celles du *P. Saussurii*. Métazonites un peu moins bombés que dans cette espèce; bourrelet latéral fortement marqué dans toutes les carènes, sauf dans les quatre premières, où il est faible. Bord postérieur des segments de la région moyenne du corps plus transversal que dans le *P. Saussurii*. Tous les segments, sauf les trois premiers et les deux derniers, marqués sur le milieu du métazonite d'un sillon transversal qui ne s'étend pas sur les carènes. Région ventrale des segments foncée, et pattes d'un noir de poix. Une bordure d'un jaune blanchâtre (peut-être blanche à l'état frais?) commençant à la partie antérieure de la carène, la contournant le long du bord externe et suivant le bord postérieur du segment. Deux rangées transversales, chacune de six à huit points jaunes,

égaux et équidistants placés en avant et en arrière du sillon transversal du métazonite, ceux de la seconde rangée se confondant plus ou moins avec la bordure jaunâtre postérieure. Partie antérieure de plusieurs segments lavée de jaunâtre pâle. Premier segment entièrement bordé de jaune aussi bien en avant qu'en arrière. Bordure claire des segments se prolongeant sur tout leur bord postérieur jusqu'en dessous, et formant par conséquent des lignes jaunes sur les côtés du ventre. Organes copulateurs très-semblables à ceux du *P. Saussurii;* palette de même forme. Pores répugnatoires portés par les mêmes segments que chez cette espèce. Lisse partout, sauf dans la région qui est entre les carènes et les pattes. Un peu de villosité aux derniers articles des antennes et des tarses.

Dimensions

Longueur.	52 à 53 mill.
Largeur au milieu du corps. . .	8 mill.

Habite : Peradenia.

Rapports et différences. Cette espèce, quoique très-voisine de la précédente, ne peut cependant pas être confondue avec elle. On la reconnaîtra facilement :

1° A sa taille plus grande.

2° A la forme du bord postérieur de ses segments dans la région moyenne du corps, qui est coupé plus droit que chez le *P. Saussurii.*

3° A sa coloration. En effet, le jaune (qui paraît être plus clair), au lieu de s'étendre sur toute la surface de la carène, n'occupe que le bord de celle-ci. La bande jaune postérieure des segments la bordure antérieure du premier segment et les points jaunes ne se voyent pas chez le *P. Saussurii.* Les pattes sont plus foncées que chez cette espèce. Les caractères tirés des granulations ou des villosités ne semblent pas pouvoir fournir des caractères distinctifs, parce qu'ils n'offrent pas assez de constance chez le *P. Saussurii.*

Explication des figures.

Pl. II, fig. 9. *Polydesmus Thwaitesii*, Humb. ; de grandeur naturelle. — 9 *a*, segment du milieu du corps, vu par derrière ; très-grossi. — 9 *b*, les trois derniers segments, la plaque sous-anale et les valves anales, vus par-dessus ; très-grossis.

Polydesmus Layardi, nov. sp.

Corps environ six fois aussi long que large. Segments peu consistants, d'une largeur assez uniforme. Tête lisse en dessus, rugueuse en avant et sur les côtés; sa partie

supérieure soulevée en deux protubérances séparées par un sillon profond qui commence entre les antennes et s'arrête avant le bord du premier segment. Chaperon échancré. Premier article des antennes court ; 2me à 6me articles sensiblement égaux entre eux en longueur et en grosseur ; 7me très-petit. Segments peu voûtés en dessus, surtout dans la région moyenne du corps. Carènes insérées assez haut sur les segments. Premier segment plus large que la tête, anguleux sur les côtés, assez bombé en dessus ; son bord antérieur arrondi, avec une faible sinuosité au niveau du commencement des carènes. Bord postérieur des segments 6 à 15 presque droit. Carènes faiblement bordées, tant dans les segments qui portent des pores répugnatoires, que dans ceux qui n'en portent pas. Carène du 19me segment réduite à un tubercule épineux dirigé en arrière. Un sillon transversal peu prononcé sur le milieu du métazonite des segments à partir du 4me. Une rangée transversale de huit petits tubercules équidistants et de grosseur uniforme (peu visibles à l'œil nu) le long du bord postérieur de tous les segments, sauf les deux derniers ; une rangée semblable le long du bord antérieur du premier segment. Prozonites lisses ; métazonites se montrant à la loupe complétement granuleux tant en dessus qu'en dessous. Pores répugnatoires portés par les segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18 et 19, et s'ouvrant presque tous sur le côté, dans un élargissement du bord latéral de la carène ; les deux derniers seulement percés à la face inférieure de celle-ci. Segment préanal terminé par un prolongement cylindrique obtus. Plaque sous-anale arrondie, avec de petites verrues en avant de son extrémité postérieure. Pattes médiocres, couvertes d'une courte villosité.

Tête brune ; antennes, segments et pattes d'une couleur cornée claire (dans l'alcool).

Dimensions.

Longueur	40 mill.
Largeur	6 ½ mill.

Habite : Peradenia, près Kandy.

Rapports et différences. Cette espèce appartient au même groupe que les *P. Saussurii* et *P. Thwaitesii ;* elle se distingue toutefois facilement de ces deux espèces :

1° Par sa sculpture, et en particulier par la rangée de petits tubercules du bord postérieur des segments.

2° Par sa coloration.

N'ayant pas pu examiner le mâle de cette espèce, je ne puis dire s'il possède une *palette* comme celle que l'on voit chez les deux autres espèces avec lesquelles je viens de la comparer.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 10. *Polydesmus Layardi*, Humb.; double de grandeur naturelle. — 10 *a*, sa longueur. — 10 *b*, un segment du milieu du corps, vu par derrière; très-grossi.

Polydesmus inornatus, nov. sp.

L'exemplaire sur lequel cette espèce est établie n'a que 19 segments et 28 paires de pattes. C'est un mâle dont les organes copulateurs sont incomplétement développés. Néanmoins, comme je ne puis le rapporter à aucune autre espèce, je crois pouvoir le décrire comme nouveau.

Corps d'une largeur assez uniforme, environ sept fois aussi long que large, à carènes très-courtes, placées bas sur les segments. Tête lisse, avec un sillon longitudinal médian commençant entre les antennes et allant jusqu'au premier segment. Antennes médiocres; premier article très-petit; articles 2, 3, 4, 5, 6 presque égaux en longueur; le 7^{me} beaucoup plus petit. Premier segment faiblement arqué en avant; son bord postérieur coupé transversalement dans la partie où il s'articule avec le suivant; ses côtés dirigés obliquement en avant et formant avec le bord antérieur un angle arrondi. Second et troisième segments courts et de même longueur d'avant en arrière sur le milieu. Carène du second segment à peu près carrée, son angle antérieur étant seul un peu arrondi; son bord externe un peu relevé, mais non renflé en bourrelet. Carène du 3^{me} segment un peu plus courte d'avant en arrière que celle de tous les autres segments et dirigée obliquement en arrière; son rebord un peu plus accusé que celui de la précédente. Carène du 4^{me} semblable à celle du 3^{me}, mais avec un bourrelet encore plus prononcé. Carènes de tous les segments à partir du 5^{me} formées d'un simple bourrelet très-épaissi en arrière et séparé du segment par une gouttière; ce bourrelet est plus gros dans les carènes qui portent des pores répugnatoires. Segments à partir du 4^{me} marqués sur le métazonite d'un sillon transversal médian n'atteignant pas les carènes. Pores répugnatoires s'ouvrant dans de petites fossettes percées à la face externe des carènes. Prozonites assez découverts, lisses. Face supérieure des métazonites lisses; face inférieure marquée, entre les carènes et les pattes, de granulations fines et peu serrées. Segment préanal en pointe arrondie. Bord antérieur de la plaque sous-anale régulièrement arrondi. Valves anales marquées d'un enfoncement allongé le long du bord du segment préanal. Pattes courtes, inermes. Quelques poils rares et courts sur le devant de la tête, les antennes et les derniers articles des pattes. Reste du corps glabre.

Tête d'un brun clair. Antennes, segments et pattes d'une couleur cornée claire et translucide.

Dimensions.

Longueur. . . . . 25 $^1/_2$ mill.
Largeur . . . . . 3 $^1/_2$ à 4 mill.

Habite : Peradenia.

Rapports et différences. Ce Polydesme est bien différent de toutes les autres espèces de Ceylan par la nature de ses carènes et la forme de ses segments. Il se rapproche peut-être du *Polydesmus (Strongylosoma) luctuosus*, Peters ; mais il est difficile de se faire une idée bien exacte des formes de cette dernière espèce. En effet, M. Peters la décrit par comparaison avec le *P. Goudotii*, Gervais. Or, le *P. Goudotii* a été caractérisé en deux lignes par comparaison avec le *P. Roulinii*, Gerv., dont il serait très-voisin. Enfin, le *P. Roulinii* n'a été que brièvement décrit comme rapproché des *P. polygonatus*, Gerv. et *P. Mauritanicus*, Lucas.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 11. *Polydesmus inornatus*, Humb., double de grandeur naturelle. — 11 *a*, sa longueur. — 11 *b*, un segment du milieu du corps, vu par derrière ; très-grossi. — 11 *c*, deux segments du milieu du corps, vus de profil ; très-grossis.

Podydesmus (strongylosoma) Skinneri, nov. sp.

Allongé, douze fois aussi long que large ; une faible entaille au chaperon et un petit sillon longitudinal sur le sommet de la tête. Antennes longues, atteignant presque le bord postérieur du 5^{me} segment ; articles 1 à 7 très-petits ; articles 2 à 6 sensiblement égaux entre eux. Bord antérieur du premier segment semi-circulaire ; ses côtés arrondis, son bord postérieur droit sur le milieu ; pas de carène, mais un simple rebord peu saillant ; un faible sillon longitudinal. Second segment descendant plus bas que les autres sur les côtés ; carène peu large, dirigée obliquement en avant et en bas, formant un angle aigu en avant. 3^{me} et 4^{me} segments portant sur les côtés une petite carène arrondie formée d'un simple bourrelet. Bords antérieur et postérieur des segments 2, 3 et 4 à peu près droits, et donnant ainsi à ces segments une forme assez régulière ; ces trois segments plus courts et plus étroits que les suivants, marqués d'un faible sillon longitudinal ; sur le 4^{me}, on distingue déjà une trace du sillon transversal qui se trouve sur les suivants. Segments à partir du 5^{me} présentant une grande uniformité jusque vers l'extrémité postérieure. Prozonites renflés dans leur milieu et étranglés en arrière ; métazonites coupés entre les carènes en quatre compartiments par deux sillons, dont le longitudinal est très-profond et le transversal plus

faible. Carènes horizontales, placées assez haut, arrondies en avant et un peu anguleuses en arrière, où elles s'élargissent. Carène du 19me segment réduite à un petit bourrelet. Segment préanal terminé par une pointe tronquée et portant sur les côtés deux petits tubercules un peu en avant de son extrémité. Valves anales ayant un petit pli en avant. Plaque sous-anale terminée en arrière par un bord droit, épineux sur les côtés. Pattes longues, inermes, couvertes d'une villosité très-courte et très-fine. Palette du 5me segment naissant entre les pattes de la paire antérieure et se dirigeant obliquement en bas et en arrière; cet organe commençant par une base large, après laquelle vient un rétrécissement, et se terminant par un élargissement arrondi couvert d'une fine villosité. Pores répugnatoires portés par les segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18 et 19. Prozonites paraissant lisses, même sous une loupe ordinaire, mais se montrant, à un plus fort grossissement, très-finement ponctués, ce qui les fait paraître mats. Métazonites lisses tant en dessus qu'en dessous.

Tête, partie supérieure des segments et carènes d'un brun clair; les premiers segments un peu plus foncés. Parties inférieures et pattes de couleur claire. Premier article des antennes et base du second pâles; le reste de couleur foncée.

Dimensions.

Longueur.	24 mill.
Largeur	2 »

Habite : Peradenia.

Rapports et différences. Cette espèce, qui appartient au sous-genre *Strongylosoma*, ne pourrait se confondre qu'avec l'espèce suivante, à l'article de laquelle je renvoie pour la comparaison.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 12. *Polydesmus (Strongylosoma) Skinneri*, Humb.; grossi trois fois. — 12 *a*, sa longueur. — 12 *b*, premiers segments et tête, vus de profil; très-grossis. — 12 *c*, un segment du milieu du corps, vu par-dessus; très-grossi. — 12 *d*, cinquième segment et sa palette, vu de profil; très-grossi. — 12 *e*, le même segment, vu par derrière; très-grossi. — 12 *f*, les deux derniers segments, les valves anales et la plaque sous-anale, vus par-dessous; très-grossis. — Pl. V, fig. 12 *g*, branche droite des organes copulateurs, vue par sa face interne.

Polydesmus (strongylosoma) Cingalensis, nov. sp.

Chaperon faiblement échancré; un sillon longitudinal médian commençant au niveau des antennes et s'arrêtant près du premier segment. Antennes médiocrement longues. Bord postérieur du premier segment droit sur le milieu; bord antérieur ar-

qué ; côtés légèrement arrondis. Second segment portant une carène allongée, située très-bas et descendant un peu en avant. Troisième et quatrième segments à carènes très-petites, situées plus haut que dans le second segment, mais un peu moins haut que dans le cinquième et les suivants. Segments 2 à 4 courts et à peu près égaux entre eux. 4^{me} segment présentant la première trace d'un sillon transversal. Segments à partir du 5^{me} semblables entre eux, courts d'avant en arrière; leur bord antérieur droit, courbé sur les côtés à sa réunion avec les bords latéraux des carènes, qui sont eux-mêmes peu courbés et presque parallèles à la direction du corps. Bord postérieur des carènes arrondi dans les premiers segments, puis formant un angle droit et se prolongeant dans les 17^{me} et 18^{me} en une pointe postérieure. Chacun de ces segments marqué d'un fort sillon transversal médian et d'un faible sillon longitudinal à angle droit avec celui-ci. De faibles lignes enfoncées longitudinales, plus prononcées en arrière du sillon transversal. Pas de sillon transversal, et la carène presque nulle à l'avant-dernier segment. Segment préanal terminé en pointe tronquée avec deux très-petits tubercules sur les côtés en avant de son extrémité. Carènes qui portent des pores répugnatoires ayant à leur bord externe un sillon dans lequel ceux-ci sont percés. Pores se trouvant sur les segments 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18 et 19. Plaque sous-anale tronquée en arrière, avec deux très-petits tubercules sur les côtés. Pattes médiocres, grêles (plus courtes et plus grêles que dans le *P. Skinneri*).

Tête d'un brun noirâtre ; antennes noires. Premier segment blanchâtre. Deuxième segment et les suivants d'un brun foncé, avec les carènes plus claires. Une teinte noirâtre sur les côtés des prozonites. Région abdominale des segments et pattes de couleur claire.

Dimensions.

Longueur. . . . . 22 mill.
Largeur. . . . . 2 $^1/_2$ mill.

Habite : Pundel-Oya Valley.

Rapports et différences. Cette espèce, dont je n'ai eu qu'un échantillon ♀, ressemble assez au *P. Skinneri*. Voici les caractères par lesquels on peut l'en distinguer :

Les métazonites des segments moyens et postérieurs du corps sont plus courts que chez le *P. Skinneri*, et leurs bords antérieurs sont plus droits que chez cette espèce, chez laquelle ils sont très-arrondis. Les segments sont plus courts et plus larges que chez le *P. Skinneri*. Le sillon transversal est moins profond, et le longitu-

dinal beaucoup moins marqué, surtout en arrière du sillon transversal. Les angles postérieurs des carènes des derniers segments sont moins prolongés. Les antennes sont un peu plus courtes. Les pattes sont sensiblement plus courtes et plus grêles (si l'on peut comparer un échantillon femelle à des mâles). Enfin la coloration est différente.

Explication de la figure.

Pl. III, fig. 13. Segment du milieu du corps du *Polydesmus Cingalensis*, Humb.; très-grossi.

Polydesmus (strongylosoma) simplex, nov. sp.

Chaperon faiblement échancré : un sillon longitudinal commençant entre les antennes et cessant avant le premier segment. Antennes de longueur médiocre. Premier segment à bord antérieur semi-circulaire, et à bord postérieur à peu près droit ; angles latéraux arrondis, dirigés un peu en arrière ; un petit sillon longitudinal médian bifurqué en avant. 2^{me}, 3^{me} et 4^{me} segments sensiblement égaux de longueur entre eux en dessus. Carène du 2^{me} segment horizontale, prolongée en arrière. Carènes du 3^{me} et 4^{me} segments très-petites. Segments suivants assez uniformes ; leurs carènes consistant en de simples petits bourrelets qui vont en grossissant de l'avant à l'arrière du métazonite. Carènes 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18 et 19, qui portent les pores répugnatoires, un peu plus grosses que les autres. Chaque métazonite, depuis le 5^{me} segment jusqu'au 16^{me}, marqué d'un sillon transversal. Plaque sous-anale allongée, arrondie en arrière. Pattes longues, inermes, garnies d'une villosité courte, plus forte et plus serrée vers l'extrémité. Entre les bases des pattes de la 4^{me} paire (paire antérieure du 5^{me} segment) se trouvent deux petits tubercules séparés par un enfoncement. Segments lisses; seulement quelques segments de l'extrémité du corps marqués en arrière du sillon médian de petites lignes enfoncées irrégulières dirigées dans le sens longitudinal.

Dessus des métazonites d'un bistre foncé ; dessous très-pâle. Prozonites très-pâles. Devant de la tête, antennes et pattes d'un jaunâtre clair.

Dimensions.

Longueur	24 mill.
Largeur	2 $^1/_2$ mill.

Rapports et différences. Cette espèce ne peut être rapprochée que des deux précédentes, dont elle se distingue toutefois aisément par sa forme générale plus régulière, par l'absence de sillon longitudinal sur les métazonites, par la brièveté du sillon trans-

versal qui n'atteint pas jusqu'aux carènes, par la forme de son premier segment, dont le processus latéral qui descend plus bas est moins arrondi et dirigé un peu en arrière, par ses antennes plus fortes, et enfin par sa coloration.

Habite : Pundel-Oya Valley.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 14. *Polydesmus simplex*, Humb.; très-grossi. — 14 *a*, longueur de l'animal. — 14 *b*, tête et cinq premiers segments, vus de profil; très-grossis. — 14 *c*, un segment du milieu du corps, vu par-dessus; très-grossi. — 14 *d*, branche droite des organes copulateurs.

M. Peters a fait connaître récemment[1] deux nouvelles espèces de Polydesmes de Ceylan. L'une (*P. luctuosus*) rentre dans la Ire section du sous-genre *Strongylosoma*, correspondant aux *Oxyurus* de Koch (*Leptodesmus*, Sauss.); l'autre fait partie de la IIme section de ce même sous-genre, c'est-à-dire est un *Strongylosoma*, Brandt *s. str.* (*Tropisoma*, Koch), et se rapproche, par conséquent, beaucoup de notre *Str. pallipes*, Ol. d'Europe.

Voici la traduction des descriptions de ces deux espèces :

Polydesmus (Strongylosoma) luctuosus, Peters.

Par la forme générale de son corps, la structure de ses segments, la longueur de ses antennes et de ses pattes, cette espèce se rapproche du *Polyd. Goudotii*, Gervais; mais les segments qui portent des carènes sont divisés par une ligne transversale en une partie antérieure et une postérieure, comme on le voit chez les *P. Beaumontii*, *piceus*, etc., de sorte qu'il forme un trait d'union entre ces deux groupes. La femelle est plus convexe et a les carènes moins développées que le mâle. Les ouvertures des glandes sont placées tout à fait sur les côtés, et le dernier segment dorsal forme une pointe cylindrique.

Noir; les bords du premier segment, les carènes, le bord postérieur des segments, la base des antennes et les pattes d'un brun-rubigineux sale.

[1] *W. Peters.* Uebersicht der im königl. zoologischen Museum befindlichen Myriopoden aus der Familie der *Polydesmi*, so wie Beschreibungen einer neuen Gattung *Trachyjulus*, der Juli und neuer Arten der Gattung *Siphonophora*. — In : Monatsbericht der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Séance du 18 juillet 1864.

	Mâle.	Femelle.
Longueur	0m,048	0m,044
Largeur avec les carènes. .	0m,007	0m,0062
Largeur sans les carènes. .	0m,0045	0m,0045

Habite : Rambodde (Ceylan). J. Nietner. Musée de Berlin.

Polydesmus (Strongylosoma) Nietneri, Peters.

Cylindrique, moins noueux que le *Strong. pallipes*, avec des carènes plus développées, les processus latéraux du premier segment faisant saillie en arrière, et les carènes du second et du troisième segments prolongées en une courte pointe postérieure. Dessus rayé de noir, le premier segment et la partie postérieure des segments suivants étant d'un brun-noir, la partie antérieure des segments, la tête et le dernier segment du corps, ainsi que les antennes d'un jaune rubigineux ; parties inférieures et pattes d'un jaune d'ocre.

Longueur	0m,033
Largeur.	0m,0033

Habite : Rambodde (Ceylan). J. Nietner. Musée de Berlin.

Famille des GLOMERIDÆ, Gervais.

(*Pentazonia*, Brandt.)

Corps court, trapu, convexe en dessus, plus ou moins excavé en dessous, susceptible de s'enrouler en boule. 12 ou 13 segments pentazonés, c'est-à-dire dont les plaques dorsales n'arrivent qu'aux bords latéraux; le dessous du corps étant protégé par des lames latérales et des lames pédigères. Tête grande; premier segment beaucoup plus petit que le second, qui est plus grand que les suivants. Dernier segment grand, clypéiforme et s'appliquant sur le second quand l'animal est enroulé en boule. De 17 à 21 paires de pattes comprimées. Ouvertures génitales des deux sexes à la base de la seconde paire de pattes; mâles ayant une paire de forcipules copulatrices en avant de l'anus.

Tribu des SPHÆROTHÉRIENS.

13 segments. 21 paires de pattes. Antennes placées sur les côtés de la tête, dans de profonds enfoncements. Yeux agrégés, saillants, portés sur les angles latéraux postérieurs de la tête.

Genre SPILÆROPŒUS, Brandt, 1831.

Zephronia, J.-E. Gray (in part.) 1832.

Antennes de 6 articles, renflées au sommet; dernier article subtrigone, contracté à sa base et dans son milieu, dilaté et obliquement tronqué à son sommet, qui est marqué de profondes impressions ponctiformes.

M. Brandt a le premier décrit des *Sphæropœus* et les a distingués des *Sphærotherium*, tandis que M. Gray a simplement figuré son genre *Zephronia* dans les planches du Règne animal de Griffith, sans en donner de description. La différence considérable qui existe entre les antennes des *Sphæropœus* et celles des *Sphærotherium* m'engage à suivre l'exemple de M. Brandt, qui les a séparés. Mais si les genres proposés par cet auteur ont été bien caractérisés, il n'en est pas de même pour un grand nombre des espèces qu'il a établies. Que l'on examine, en effet, les descriptions de son *Sphæropœus Hercules* et de son *Sph. insignis*, et l'on verra combien elles sont insuffisantes; car le *Sph. insignis* n'est établi que sur un seul caractère, et le *Sph. Hercules* n'est décrit que comme ne possédant pas ce caractère, c'est-à-dire d'une manière toute négative.

Aussi, sans pouvoir être certain que l'un des *Sphæropœus (Sph. Brandtii)*, que je décris comme nouveau, est différent du *Sph. Hercules* de Brandt, il m'est toutefois impossible de l'assimiler à cette espèce.

M. Adam White a décrit une espèce (*Sph. versicolor*) qui me paraît différente de celles que j'ai récoltées. L'on en trouvera plus loin la description, et la figure qu'il a donnée est reproduite dans mes planches.

Sphæropœus Brandtii, nov. sp.

Bord supérieur de la tête présentant une arête transversale allant d'un œil à l'autre et garnie de chaque côté d'une série de six ou sept épines très-pointues. Bord du chaperon large et assez droit. En arrière du bord du chaperon, une dépression semi-lunaire qui porte de grosses ponctuations profondes et confluentes; quelques ponctuations moins marquées sur les régions latérales; régions médiane et supérieure (jusqu'à l'arête transversale) lisses. Tous les segments, à l'exception du premier (postcéphalique) et du second (bouclier), marqués de ponctuations et d'impressions irrégulières sur leur tiers antérieur. Toute la partie des segments visible dans l'état d'expansion de l'animal lisse. Dernier segment largement arrondi, peu bombé, avec une légère dépression en dessus de son bord postérieur.

Segments d'un brun clair uniforme; bouclier (second segment) bordé de brun très-foncé. Tête et premier segment de couleur un peu plus foncée que les autres segments. Une bande transversale sur le milieu de la tête et bord antérieur du premier segment d'un brun très-foncé. Chaperon couleur de poix. Antennes d'un brun-verdâtre; pièces inférieures des segments et base des pattes brunes avec les derniers articles passant au verdâtre. Lèvre inférieure brune, avec son extrémité antérieure couleur de poix.

Organes copulateurs du mâle formés de deux paires d'appendices contigus; la paire antérieure composée de trois articles, dont le dernier porte une pièce latérale formant une pince courte; la paire postérieure formée de deux articles, dont le second a une pièce latérale et ressemble à la pince d'une écrevisse. Entre ces deux paires d'organes, l'on voit encore une pièce médiane se terminant en deux pointes divergentes.

Orifices des organes génitaux du mâle consistant en une ouverture circulaire percée dans la face postérieure de l'article basilaire des pattes de la seconde paire (Pl. V, fig. 15 *i*).

Dimensions.

Longueur.	40 mill.
Largeur.	20 »

La description précédente a été faite d'après trois individus mâles qui sont identiques entre eux.

Trois autres individus que je considère comme constituant une simple variété ou étant des jeunes de cette espèce, ont chacun 26 mill. de longueur et 12 mill. de largeur.

En dessus, ils sont de la même couleur que le type, mais d'une teinte un peu plus foncée. Le premier segment (postcéphalique) et la tête sont entièrement d'un brun très-foncé. Une particularité remarquable, mais peut-être accidentelle, c'est que deux de ces individus, qui sont des mâles, présentent la dépression du dernier segment dont j'ai parlé plus haut, tandis que dans le troisième, qui est une femelle, ce segment forme une courbe régulière. Les ponctuations sont plus nombreuses dans les régions médianes de la tête que chez les grands individus; les épines de la crête céphalique sont assez fortes, mais seulement au nombre de deux ou trois de chaque côté.

Enfin, un individu de 17 mill. de longueur et de 8 de largeur a toute la tête et tout le dessus du corps d'un brun foncé; les parties inférieures sont plus claires. On ne voit de ponctuations que sur le chaperon. La crête céphalique est armée de chaque côté de 4 ou 5 épines.

Chez les femelles, les orifices des organes génitaux se trouvent à la face postérieure de l'article basilaire des pattes de la seconde paire. Ces articles ne sont point distincts comme chez le mâle, mais soudés en une pièce unique qui présente de chaque côté une très-large ouverture, à l'entrée de laquelle se trouvent trois pièces irrégulières, dont l'interne est allongée et fait saillie en dessous (Pl. III, fig. 15 *f*).

Habite : Peradenia, près Kandy.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 15 *Sphæropœus Brandtii*, Humb., vu par-dessus; de grandeur naturelle. — 15 *a*, idem, vu de profil. — 15 *b*, idem, enroulé. — 15 *c*, la tête et les deux premiers segments vus de face; double de la grandeur naturelle. — 15 *d*, antenne gauche; très-grossie. — 15 *e*, une patte du milieu du corps; très-grossie. — 15 *f*, deuxième paire de pattes de la femelle, vue par derrière, pour montrer les orifices des organes génitaux; très-grossie. — 15 *g*, organes copulateurs du mâle, vus par leur face antérieure (soit inférieure); très-grossis. — 15 *h*, lèvre inférieure; très-grossie.

Pl. V, fig. 15 *i*. deuxième paire de pattes du mâle, vue par derrière, pour montrer les orifices des organes génitaux.

Sphæropoeus inermis, nov. sp.

Cette espèce ressemble beaucoup à la précédente pour la forme et les proportions; les organes copulateurs du mâle ont la même forme que chez celle-ci. Les caractères principaux qui l'en distinguent sont les suivants :

La tête ne présente pas de crête épineuse en dessus.

Le chaperon porte des villosités.

Le dernier article des antennes est moins gros par rapport aux autres que dans le *Sph. Brandtii*.

Le dernier segment forme une voûte régulière.

Enfin la coloration est différente. Au lieu d'être d'une teinte brune uniforme, l'arceau supérieur des segments est d'un brun verdâtre ou même vert. Chez quelques-uns des échantillons que j'ai examinés, ce fond est marqué de taches arrondies jaunes; mais ces taches semblent ne pas se trouver dans l'enveloppe de chitine, et être dues à des parties internes vues au travers de cette enveloppe. Le bord postérieur de chaque segment est de couleur foncée.

Ces caractères sont donnés d'après quatre échantillons trouvés à Peradenia, qui ont les dimensions suivantes :

Longueur	26	mill.	Largeur	14	mill.
»	24	»	»	12 ½	»
»	23	»	»	12	»
»	21	»	»	11 ½	»

A côté de ceux-ci, il faut en signaler quelques autres qui présentent des variations d'une certaine importance.

1° Un grand individu de 35 mill. de longueur sur 18 mill. de largeur, trouvé aussi à Peradenia, offre la même coloration que la *Sphæropœus Brandtii*, ayant seulement les segments bordés postérieurement d'un liséré brun. Le premier segment n'est pas plus foncé que les suivants, et la tête ne présente de brun foncé qu'au chaperon. La disposition des ponctuations sur la tête est la même que dans la *Sph. Brandtii*. On peut cependant la distinguer facilement de cette dernière espèce par l'absence d'une arête ponctuée sur la tête; la forme des antennes la rapproche aussi du type du *Sph. inermis*.

2° Un échantillon de 22 mill. de longueur, entièrement couleur de poix en dessus et en dessous, ayant la partie antérieure des segments marquée de ponctuations confluentes, et la partie postérieure lisse. Sur le sommet de la tête se trouve une petite proéminence transversale occupant une largeur égale à environ un quart de la distance qui sépare les yeux. — Vallée de la Pundel-Oya, près de Rambodde.

3° Un échantillon provenant de la même localité; long de 16 mill. et ayant les mêmes caractères de forme que le précédent, mais entièrement d'un brun foncé, sauf aux derniers articles des pattes qui sont verdâtres.

4° Un échantillon de 20 mill. de longueur; mate en dessus; le dernier segment marqué de très-fines ponctuations espacées. Tête assez ponctuée, ayant une petite saillie transversale qui occupe environ un cinquième de la distance qui sépare les yeux; elle est plus marquée que dans les deux échantillons précédemment décrits et

de couleur claire. Corps foncé en dessus, plus clair en dessous, avec les derniers articles des tarses d'un verdâtre sale. — Peradenia, près Kandy.

5° Enfin un échantillon de la vallée de la Pundel-Oya, long de 28 mill., d'un brun foncé sur la tête et les premiers segments, devenant un peu plus clair vers les derniers. Saillie de la tête presque nulle. Le premier segment (postcéphalique) complétement lisse; les suivants garnis de ponctuations, qui occupent une grande partie de leur surface; le dernier entièrement couvert de ponctuations profondes qui lui donnent une apparence rugueuse.

Rapports et différences. J'avais d'abord supposé que cette espèce pourrait bien n'être qu'une variété de la précédente; cependant, en les examinant de plus près, je suis arrivé à penser qu'on devait les considérer comme différentes. Le caractère le plus certain pour les distinguer est celui qui est tiré des épines de la crête céphalique qui existent toujours tant chez les mâles que chez les femelles du *Sphæropœus Brandtii*, tandis qu'elles manquent aux deux sexes du *Sph. inermis*.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 16. *Sphæropœus inermis*, Humb., tête et deux premiers segments, vus de face; double de grandeur naturelle. — 16 *a*, tête et premier segment de la variété n° 4.

Zephronia (Sphæropœus) versicolor, White.

White (*Adam*). Spicilegia Apterologica. — I Description of some Myriapoda of the genus Zephronia (J.-E. Gray) in the collection of the British Museum; in : Ann. and Magaz. of Nat. History, 3me série, 1859, vol. III, pl. VII, fig. 3, 3 *a*, 3 *b*.

Z. lævis, nitida, lutea, nigro irregulariter plagiata et maculata; oculis, antennis pedibusque (in mortuis exemplis) pallide viridibus; capitis segmento nuchali lateribus acuminatis, antice medio sublobato.

Habitat : Ceylon.

« Cette espèce, ajoute M. White, se reconnaît à sa couleur d'un jaune-brunâtre, marqué de taches et de ponctuations noires différentes sur chaque échantillon; la face est marquée de ponctuations distantes dont quelques-unes subobsolètes; la crête supérieure de la face a environ 8 à 10 petites épines courtes, dont 4-5 de chaque côté, près des yeux; la plaque verticale est lisse, avec un contour largement arrondi en arrière; elle est très-étroite et aiguë au-dessus de chaque œil et a un large sinus de chaque côté et un large lobe arrondi dans le milieu.

« Les yeux, les antennes et les pattes sont d'un verdâtre pâle, et sans doute, quand

l'animal est vivant, ces teintes sont beaucoup plus brillantes et doivent présenter des oppositions. Cette espèce a été récoltée à Peradenia par M. Thwaites.»

Rapports et différences. A part la coloration, cette espèce ressemble considérablement à mon *Sph. Brandtii*. Je crois cependant qu'il vaut mieux séparer provisoirement les deux formes l'une de l'autre jusqu'à ce que l'on puisse décider si ce sont réellement deux espèces, ou bien si l'on n'a affaire qu'à une même espèce sujette à présenter de grandes différences de coloration.

Explication de la figure.

Pl. III, fig. 17. *Zephronia versicolor*, White (copie de la figure de M. White).

Famille des JULIDÆ, Leach.

Corps allongé, cylindrique, pouvant s'enrouler en spirale, composé d'un grand nombre de segments. Chaque segment formé normalement de cinq pièces, à savoir d'un arceau dorsal, de deux lames latérales soudées à cet arceau, et de deux lames pédigères le plus souvent soudées entre elles et avec les précédentes. Premier segment grand, incomplet en dessous. Segment préanal plus long que les précédents, dépassant le plus souvent les valves anales et fréquemment prolongé en une pointe. Les trois, quatre ou cinq premiers segments ne portant au plus qu'une paire de pattes chacun; tous les suivants, sauf le dernier ou un petit nombre des derniers qui sont apodes, portant deux paires de pattes. Les deux pattes de chaque paire contiguës sur la ligne médiane du ventre. Ouvertures génitales des deux sexes percées dans les hanches des pattes de la deuxième paire. Organes copulateurs mâles remplaçant les deux paires de pattes du septième segment.

Cette famille, que je prends ici dans son sens restreint et qui correspond à une partie de l'ancien genre *Julus*, a été subdivisée en plusieurs genres ou sous-genres, ainsi M. Brandt a établi les genres *Lysiopetalum, Spirobolus, Spirostrephon, Spirostreptus, Spiropœus, Spirocyclistus*, en

conservant le genre *Julus* proprement dit. M. Gervais a établi les genres *Stemmiulus* et *Blaniulus*, et proposé le genre *Glyphiulus*; M. de Saussure a créé le genre *Pelmatojulus*, et M. Peters a récemment décrit le genre *Trachyjulus*. Une partie de ces coupes ont une valeur générique, et la plupart des autres méritent tout au moins d'être acceptées comme sous-genres.

Les Julides que j'ai trouvés à Ceylan rentrent dans les genres *Trachyjulus, Spirostreptus* et *Spirobolus*.

Genre TRACHYJULUS, Peters.

Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 18 Juli 1864, p. 547.

Parties latérales de la lèvre inférieure (premières mâchoires, Savigny) peu développées en largeur, mais atteignant jusqu'à la base; leurs dents assez longues, papilleuses à l'extrémité. Pièce médiane impaire grande, allongée, s'avançant jusqu'au bord labial antérieur. Pièces médianes paires (secondes mâchoires, Savigny) en forme de triangles à sommet postérieur. La première des deux pièces basilaires des mandibules médiocre, cachée sous la région temporale élargie et descendante de la tête. Ocelles en une seule rangée transversale. Antennes à articles 2-5 allongés, 6 et 7 très-courts. Corps allongé, à carènes longitudinales épineuses. Les trois premiers segments portant entre eux trois paires de pattes, le quatrième apode. Quelques segments (3 à 8) apodes à l'extrémité du corps.

Ce genre a été établi pour une seule espèce de Ceylan qui est parmi les plus élégantes de la famille des Julides. M. Peters fait remarquer que par la structure de la lèvre inférieure ce genre constitue une forme intermédiaire entre les *Spirostreptus* et les *Spirobolus*; en effet, la pièce médiane impaire est prolongée en avant comme celle d'un *Spirobolus*, tandis que les premières et secondes mâchoires ont des proportions qui

rappellent davantage celles des *Spirostreptus*. Cette lèvre ressemble beaucoup à celle d'un *Polydesmus*, dont la pièce médiane impaire se serait prolongée en avant. Pour les ornements de ses segments, le *Trachyjulus* ressemble beaucoup au *Julus* (*Glyphiulus*) *granulatus*, Gervais, de Maurice et de la Réunion ; mais il en diffère par la disposition des ocelles qui, chez le *Julus granulatus*, forment un triangle composé de quatre rangées. Il est probable que cette dernière espèce a, comme le *Tr. Ceylanicus*, un certain nombre de segments apodes à l'extrémité postérieure du corps, puisque M. Gervais la décrit comme ayant 48 segments et seulement 83 paires de pattes [1].

Trachyjulus Ceylanicus, Peters ; loc. cit.

Corps très-allongé, atténué en avant ; diamètre décroissant du premier au quatrième segment ; augmentant ensuite depuis le cinquième segment jusqu'en arrière du premier quart du corps. Les jeunes individus ne présentant pas l'étranglement collaire que l'on remarque chez les adultes, et ayant sensiblement le même diamètre dans toute la longueur de leur corps. Tête haute, lisse ; chaperon finement bordé, ayant sur son milieu une échancrure arquée, garnie de sept dents extrêmement petites. Antennes écartées l'une de l'autre, longues, atteignant au milieu du cinquième segment ; articles allongés, sauf l'avant-dernier et surtout le dernier qui sont très-courts et contractés. Yeux formant de chaque côté, immédiatement au-dessous du bord antérieur du premier segment, une ligne horizontale de 6 ou 7 ocelles [2]. Premier segment descendant fort peu sur les côtés où il présente une surface à peu près triangulaire et enfoncée qui continue la cavité antennaire de la tête ; sa région antérieure moyenne lisse ; son tiers postérieur médian et ses côtés ornés de fortes carènes longitudinales tranchantes, au nombre de 13, qui vont en augmentant de longueur depuis la médiane jusqu'à la sixième latérale. Deuxième segment descendant au contraire très-bas, et ne laissant à sa face ventrale qu'une faible solution de continuité. Troisième segment échancré en avant à sa face inférieure. Tous les segments suivants complétement

[1] Le genre *Isobates* Menge (Myriapoden der Umgegend von Danzig) aurait aussi le corps terminé par trois segments apodes, mais ce genre n'a été établi que sur deux individus qui pourraient bien être incomplétement développés.

[2] Dans les individus jeunes, je n'en vois que 3 ou 4 ; dans les échantillons les plus grands, j'en trouve 6, et M. Peters en a compté 7.

fermés en-dessous. Chaque segment divisé en trois régions successives; la plus antérieure formée par la portion articulaire (prozonite) emboîtée dans le segment précédent, unie et mate; en arrière d'elle une région annulaire marquée de nombreuses lignes saillantes longitudinales; enfin, la partie postérieure du segment en saillie et portant de fortes carènes longitudinales formées chacune de deux tubercules tranchants, épineux, disposés l'un derrière l'autre et soudés par leur base. Ces carènes se suivant en lignes régulières tout le long du corps et formant ainsi de fortes arêtes longitudinales qui continuent celles du premier segment. Arête formée par la carène médiane dorsale peu prononcée; de chaque côté d'elle deux autres plus fortes. Seconde carène latérale faisant une plus forte saillie que les autres et formée sur chaque segment d'un fort tubercule noir, cylindrique, tronqué à son sommet où s'ouvre le pore répugnatoire, suivi en arrière d'un autre tubercule plus petit, tranchant, à bord coupé obliquement. En dessous de cette série de tubercules, cinq ou six autres rangées qui vont en diminuant graduellement de grosseur en s'approchant de la base des pattes. Les gros tubercules noirs manquant aux quatre premiers segments ainsi qu'aux segments apodes de l'extrémité postérieure. Chez cette espèce l'on remarque toujours plusieurs segments apodes avant le préanal. Leur nombre paraît varier chez les différents individus sans être en rapport exact avec la taille et le nombre des segments pédigères, comme on peut s'en assurer par le tableau donné plus loin. Segment préanal lisse, non épineux, arrondi en arrière; son bord postérieur descendant obliquement en avant à environ 45°. Valves anales assez régulièrement bombées, avec une dépression longeant de chaque côté les bords de la fente anale. Plaque sous-anale à bord postérieur droit. Pattes de longueur médiocre, grêles, entièrement couvertes d'une fine villosité serrée.

Un individu séché après un court séjour dans l'alcool a le corps d'un gris rosé; la ligne médiane dorsale est lavée de noirâtre; les gros tubercules qui portent les pores sont répugnatoires d'un noir profond. Le premier segment et la tête passent au fauve; les régions oculaires sont noires. Les pattes ont une teinte rosâtre.

Chez le mâle, le septième segment présente une échancrure largement ouverte en avant et descendant en arrière au-dessous du niveau des autres segments. Elle loge les organes copulateurs composés principalement de trois paires de pièces qui s'engrènent les unes avec les autres. Il est difficile d'en donner une description qui fasse clairement comprendre leur structure compliquée, aussi je me contente de renvoyer aux figures qui les représentent.

J'ai trouvé cette espèce dans des stations très-différentes; au bord de la mer, dans la région des collines, et jusqu'à 3800 ou 3900 pieds d'altitude.

Le tableau suivant, dressé d'après mes échantillons, peut servir à établir les rapports entre les dimensions, le nombre total des segments, et le nombre des segments apodes de l'extrémité du corps.

Numéros des échantillons.	Sexe.	Nombre total des segments (sans la tête et les valves anales).	Segments apodes à la partie postérieure du corps.	Longueur totale.	Localités.
1	♀	80	4	98 mill.	Pundel-Oya valley.
2	♂	71	5	57 »	»
3	♂	68	7	47 »	»
4	♀	67	3	47 »	Peradenia.
5	♀	64	3	32 »	Trincomalie.
6	♀	55	4	22 »	Pundel-Oya valley.
7	♀	60	3	30 »	»
8	♂	59	3	31 »	Trincomalie.
9	♀	57	6	—	Peradenia.
10	♂	56	3	24 »	Pundel-Oya valley.
11	♀	56	4	25 »	Trincomalie.
12	♂	56	5	22 »	»
13	♀	55	4	22 »	Pundel-Oya valley.

Explication des figures.

Pl. III, fig. 18, partie antérieure du *Trachyjulus Ceylanicus;* très-grossie. — 18 *a*, tête vue par-devant. — 18 *b*, ocelles et base de l'antenne du côté gauche. — 18 *c*, tête et premiers segments, vus de profil, — 18 *d*, sept segments postérieurs d'un individu dont les quatre derniers sont apodes. — 18 *e*, un segment du milieu du corps vu par derrière. — 18 *f*, septième segment vu par-dessous, avec les organes copulateurs. — 18 *g*, organes copulateurs vus par-dessus. — 18 *h*, organes copulateurs vus par-dessous. — Pl. V, fig. 18 *i*, lèvre inférieure.

Genre SPIROSTREPTUS, Brandt.

Brandt. Bulletin de Moscou, vol. VI, 1833, pl. v, fig. 40-45. — Recueil de Mémoires, 1841, p. 90. — *Peters* (*W.*). Reise nach Mossambique. Insectes und Myriapodes, p. 548.

Parties latérales de la lèvre inférieure formant environ la moitié de celle-ci et s'atténuant dans leur moitié basilaire; la pièce médiane impaire occupant plus de la moitié de la largeur à la base, et les deux pièces médianes paires antérieures presque aussi longues que celle-ci. La première des deux pièces basilaires des mandibules très-petite et

cachée. La région temporale élargie et recouvrant plus ou moins la pièce basilaire des mandibules. Les trois premiers segments dorsaux incomplets et ne portant chacun qu'une paire de pattes; le quatrième toujours apode ainsi que le dernier (et chez les mâles le septième). Tous les autres segments portant dans l'état adulte deux paires de pattes.

Selon M. Peters les mâles se distinguent le plus souvent par des pelotes chitineuses sous les deux avant-derniers articles des tarses (genre *Pelmatojulus*, Sauss. div. 2) et par des appendices à la base de la paire antérieure de pattes qui s'enfoncent en arrière de la lèvre (genres *Spirocyclistus* [et Spiropœus?] Brandt).

Spirostreptus Lunelii, nov. sp.

Corps allongé, régulièrement cylindrique, avec un très-faible rétrécissement dans la région qui précède et suit immédiatement le sixième segment. Chaperon lisse, presque droit, ayant trois dents sur son milieu, et, de chaque côté, trois ou quatre gros points enfoncés près de son bord; en arrière se trouvent quatre ou cinq ponctuations disposées en demi-cercle. Front lisse. Antennes atteignant au second ou au troisième segment; leur second article le plus long de tous, le troisième et le quatrième presque égaux, le cinquième plus élargi à son extrémité que les précédents, le sixième court et renflé, le septième très-petit. Yeux en triangle, à sommet inférieur, descendant dans la cavité qui reçoit l'antenne, et se présentant de chaque côté sous la forme de huit rangées transversales composées des nombres suivants d'ocelles en allant de haut en bas : 11, 10, 9, 8, 7, 5, 4, 1. Premier segment lisse, descendant plus bas que le second et élargi en bas ; son angle antérieur plus arrondi que le postérieur et bordé d'un bourrelet aplati qui se prolonge jusqu'à l'angle postérieur. Troisième, quatrième et cinquième segment contractés dans leur région inférieure. Moitié postérieure des segments lisse, sauf dans la région inférieure qui est marquée de stries longitudinales; moitié antérieure marquée (surtout dans la première moitié du corps) de fines stries transversales. Dans les six ou sept premiers segments ces différentes stries passant des unes aux autres, les transversales s'infléchissant pour se continuer avec les longitudinales. Dans la région postérieure du corps ces stries ne se voyant plus que sur la partie tout à fait inférieure des segments. Segment préanal terminé par une pointe aiguë, retroussée, dépassant de beaucoup les valves anales.

Valves anales présentant une dépression parallèle à la fente anale. Plaque sous-anale courte, assez régulièrement triangulaire. Pattes portant sous l'antépénultième et le pénultième articles des pelottes membraneuses. Ce caractère disparaît graduellement dans les pattes du dernier quart postérieur du corps; les pelotes manquent aussi complétement aux premières paires de pattes. Hanches, fémurs et tibias des pattes de la région antérieure du corps, armés de forts poils spiniformes. Dernier article des pattes épineux et terminé par un crochet.

Partie antérieure de la tête, entre les antennes et au-devant d'elles d'un brun rougeâtre, avec le bord du chaperon couleur de poix. Partie postérieure de la tête d'un noir verdâtre. Antennes passant de la base au sommet du jaune au roux ferrugineux. Parties de la bouche et pattes d'un roux ferrugineux. Premier segment noirâtre avec ses bords antérieur et inférieur roux. Les autres segments d'un gris brun en avant, passant au noir en arrière, marqués de taches irrégulières brunâtres. Épine préanale et bords de la fente anale roux.

Le seul exemplaire de cette espèce que j'aie pu examiner est un mâle qui a une paire d'organes copulateurs bien développés et dirigés en dessous et en arrière. La pièce principale dont ils se composent se termine en arrière par un crochet assez recourbé qui se croise avec celui de la pièce de l'autre côté. En dessous de cette pièce il s'en trouve une autre arquée, soudée avec elle, portant une longue épine à sa base et se divisant à son extrémité en deux lamelles, dont l'une porte des dentelures en peigne.

En arrière des pattes de la deuxième paire, et n'ayant avec elles que des adhérences membraneuses, se trouve une pièce formée de deux lamelles cornées accolées; c'est sans doute à l'extrémité de cette pièce que se trouvent les orifices des organes reproducteurs.

58 segments (sans la tête et les valves anales). 107 paires de pattes.

Dimensions.

Longueur.	140 mill.
Largeur au 1er segment.	8 $^1/_2$ »
Largeur au 7^{me} segment	8 »
Largeur au 27^{me} segment.	9 $^1/_2$ »

Habite : Putlam (côte occidentale de Ceylan).

Explication des figures.

Pl. IV, fig. 19. Julus *Spirostreptus Lunelii*, Humb.; de grandeur naturelle. — 19 *a*, tête et premiers segments, vus par-dessus; double de grandeur naturelle. — 19 *b*, derniers segments, vus par-dessus;

même grossissement. — 19 *c*, valves anales et plaque sous-anale, vues par-dessous. — 19 *d*, tête et premiers segments, vus de profil. — 19 *e*, derniers segments et valves anales, vus de profil. — 19 *f*, tête et premier segment, vus de face. — 19 *g*, yeux du côté gauche. — 19 *h*, une paire de pattes du milieu du corps. — 19 *i*, septième segment, bord postérieur du sixième, et organes copulateurs en place. — 19 *k*, organes copulateurs, moitié droite, vue par sa face externe. — 19 *l*, idem, vue par sa face interne. — 19 *m*, idem, vue de profil. — Pl. V, fig. 19 *n*, lèvre inférieure grossie six fois.

Spirostreptus Kandyanus, nov. sp.

Corps plus gros au milieu et en arrière qu'en avant. Chaperon très-semblable à celui du *Sp. Lunelii*. Front lisse. Antennes un peu plus grêles et plus allongées que celles du *Sp. Lunelii*. Yeux disposés comme ceux de cette espèce et composés à peu près du même nombre d'ocelles. Premier segment atteignant à peine aussi bas que le second; son bord postérieur vertical, son bord antérieur s'inclinant obliquement sur les côtés. Ce segment différant de l'analogue du *Sp. Lunelii* en ce qu'il ne présente pas dans sa région inférieure un élargissement précédé d'une partie contractée. Le bourrelet du bord antérieur et inférieur un peu différent de celui de l'espèce précédente et marqué en avant d'un sillon très-faible qui longe le bord antérieur. Sculpture des segments très-semblable à celle du *Sp. Lunelii*. Point de stries sur le premier segment. Segment préanal terminé par une pointe retroussée comme celle du *Sp. Lunelii*. Plaque sous-anale presque identique à celle de cette espèce. Valves anales très-comprimées dans le voisinage de la fente anale. Pattes plus grêles et un peu plus courtes que celles de l'espèce précédente. Pas de pelotes aux pattes.

Entièrement noirâtre, un peu varié de grisâtre (dans l'alcool). Chaperon et base des antennes roussâtres. Pattes rousses.

Les organes copulateurs sont très-différents de ceux du *Sp. Lunelii*. Ils se présentent sous la forme de deux appareils symétriques dont chacun se compose de deux pièces solides, carénées, de couleur ambrée et dirigées de haut en bas et d'avant en arrière; l'interne, qui est la plus courte, est droite et se termine en pointe aiguë; l'externe, qui est courbée en dehors à sa base, se termine par une pointe mousse, vésiculeuse et transparente, précédée d'un tubercule solide. Ces pièces sont appliquées à leur base sur une grosse vésicule d'un jaune clair. Le segment copulateur a une autre forme que celui du *Sp. Lunelii*, son bord inférieur est aplati et conserve une certaine largeur au lieu d'être contracté et creusé en gouttière.

58 segments. 107 paires de pattes (♂).

Dimensions.

Longueur	103	mill. [1]
Largeur au 1er segment	8	»
Largeur au 7me segment.	8	»
Largeur au 27me segment. . . .	10	»

La description qui précède a été faite d'après un seul individu mâle. Je considère comme des femelles de cette espèce deux individus trouvés avec ce mâle et présentant les mêmes caractères spécifiques que lui. Tous deux ont 60 segments et 113 paires de pattes. L'un a 85 mill. de longueur, l'autre 88 mill. La couleur de leur corps est plus claire que celle du mâle ; ils sont brunâtres ; la tête, les antennes et les pattes sont de la même couleur que chez le mâle.

Rapports et différences. Malgré les différences importantes que j'ai signalées entre ce Spirostreptus et le précédent, je ne serais point étonné que l'on reconnût que ce sont deux états de la même espèce. Dans ce cas le *Sp. Lunelii* serait l'état adulte, tandis que la forme décrite sous le nom de *Sp. Kandyanus* ne serait qu'un individu mâle incomplétement développé ; une ou plusieurs mues auraient pour effet de faire apparaître les pelotes des pattes pendant que les organes copulateurs subiraient des transformations considérables, sans que le nombre des pattes augmentât.

Habite : Peradenia, près Kandy.

Explication des figures.

Pl. IV, fig. 20. *Spirostreptus Kandyanus*, Humb., de grandeur naturelle. — 20 *a*, tête et premiers segments vus de profil ; très-grossis. — 20 *b*, derniers segments et valves anales. — 20 *c*, tête et premier segment, vus de face. — 20 *d*, plaque oculaire gauche. — 20 *e*, extrémité postérieure du corps, vue par-dessous. — 20 *f*, une paire de pattes du milieu du corps. — 20 *g*, organes copulateurs et septième segment, vus par-dessous. — 20 *h*, organes copulateurs, moitié gauche, vue par sa face interne. — 20 *i*, organes copulateurs, moitié gauche, vue par sa face externe — Pl. V, fig. 20 *i*, lèvre inférieure, grossie six fois.

Spirostreptus Lankaensis, nov. sp.

Allongé, régulièrement cylindrique. Tête assez courte ; chaperon ponctué sur son

[1] Les segments étant fortement rentrés les uns dans les autres chez cet échantillon, tandis qu'ils sont assez étirés chez celui du *Sp. Lunelii* décrit plus haut, la différence de longueur entre les deux espèces n'est pas aussi grande qu'il le paraît au premier abord.

bord, fortement échancré; échancrure non dentée. Antennes atteignant environ au milieu du quatrième segment. Cavité antennaire peu marquée. Yeux en triangle, composés de sept ou huit rangées transversales, dont la plus supérieure arquée en dessus comprend environ onze ocelles. Premier segment descendant sur les côtés à peu près au même niveau que le second; son bord inférieur à peu près horizontal; son angle postérieur droit, son angle antérieur arrondi; un bourrelet commençant à la hauteur des yeux et allant jusqu'à l'angle postérieur de ce segment en suivant ses bords antérieur et inférieur; en avant, un sillon étroit entre ce bourrelet et le bord. Tous les segments mates et comme chagrinés; cette apparence étant produite par de très-fines stries irrégulières et un peu tortueuses, très-rapprochées les unes des autres. A la région inférieure l'on voit des lignes élevées longitudinales sur la moitié postérieure des segments et des lignes transversales sur leur moitié antérieure. Segment préanal terminé par une pointe tout à fait droite, dépassant les valves anales. Plaque sous-anale présentant en arrière un angle arrondi très-ouvert. Valves anales comprimées le long de la fente anale. Pattes assez longues; de la troisième à la soixante et unième elles portent sous les antépénultième et pénultième articles des pelotes membraneuses.

Tête, antennes et pattes rougeâtres; segments ayant leur partie postérieure verte ou d'un brun verdâtre avec l'extrême bord postérieur marron; leur moitié antérieure, qui est fort peu visible, d'un roux jaunâtre; segment préanal et valves anales d'un verdâtre pâle (♂).

Les organes copulateurs du mâle font saillie entre le 6^{me} et le 7^{me} segments sous la forme de deux lames cornées lisses, brunâtres, en contact l'une avec l'autre par un bord presque droit. Leur bord externe est arrondi sur les côtés et elles s'élargissent en arrière. A leur face interne se trouvent d'autres pièces cornées assez compliquées. En outre, de petites pièces styliformes servent de support à l'ensemble de l'appareil. Le 7^{me} segment se rétrécit beaucoup à sa face inférieure.

Chez les femelles il n'y a pas de pelotes aux pattes.

Échantillon I (♂), 59 segments. — 109 paires de pattes.
» II (♂), 58 segments. — 107 paires de pattes.
» III (♀), 60 segments. — 113 paires de pattes.
» IV (♀), 61 segments. — 115 paires de pattes.

Dimensions.

Échantillon I (♂)	Longueur	88	mill.
	Largeur au 30me segment . .	6 à 7	»
» II (♂)	Longueur	83	»
	Largeur au 30me segment . .	6 à 7	»
» III (♀)	Longueur	98	»
	Largeur au 30me segment . .	8	»
» IV (♀)	Longueur	100	»
	Largeur au 30me segment . .	7 à 8	»

Habite : Trincomalie.

Explication des figures.

Pl. IV, fig. 21. *Spirostreptus Lankaensis,* Humb., vu par-dessus ; de grandeur naturelle. — 21 *a*, tête et premiers segments, vus de profil ; très-grossis. — 21 *b*, derniers segments, valves anales et plaque sous-anale, très-grossis. — 21 *c*, idem, vus par-dessus. — 21 *d*, idem, vus par-dessous. — 21 *e*, tête et premier segment, vus de face. — 21 *f*, plaque oculaire du côté gauche. — 21 *g*, une patte d'un mâle. — 21 *h*, une paire de pattes d'une femelle. — 21 *i*, segment et organes copulateurs vus par-dessous [1]. — 21 *k*, organes copulateurs, vus par leur face externe. — 21 *l*, idem, vus par leur face interne — 21 *m*, idem, vus de profil.

Pl. V, fig. 21 *n*, lèvre inférieure ; grossie six fois. — 21 *o*, partie antérieure de la lèvre, vue par-dessous, à un plus fort grossissement.

SPIROSTREPTUS HAMIFER, nov. sp.

Corps allongé, assez régulièrement cylindrique, avec un très-léger rétrécissement dans les premiers segments. Tête courte ; chaperon portant quelques points enfoncés disposés en demi-cercle en arrière de son échancrure médiane. Antennes médiocrement écartées l'une de l'autre, courtes, à articles comprimés, un peu villeuses, surtout vers l'extrémité. Yeux en triangle, à côté supérieur arqué ; 7 ou 8 rangées transversales d'ocelles, dont la supérieure est formée d'une douzaine d'ocelles ; les 4 ou 5 rangées inférieures comprises dans la cavité antennaire qui est assez profonde. Premier segment descendant à peu près au même niveau que le second, coupé droit en dessus ; son angle postérieur droit, son angle antérieur arrondi. Ce segment lisse, mais portant un bourrelet marginal commençant à la hauteur des yeux et se continuant en bas jusqu'à l'angle postérieur ; derrière ce rebord, un profond sillon qui le fait

[1] Les organes copulateurs sortent obliquement à la direction du corps, ce qui fait que dans cette figure on les voit en raccourci.

ressortir encore davantage. Partie antérieure des segments faiblement striée transversalement ; partie postérieure marquée en dessous de stries longitudinales, tandis que sur les côtés et en dessus il n'y a que des ponctuations disposées régulièrement le long du bord postérieur du sillon qui sépare les deux moitiés du segment. Segment préanal grand, prolongé en arrière en un crochet recourbé en dessous qui dépasse de beaucoup les valves anales. Plaque sous-anale à bord postérieur coupé droit. Valves anales ayant chacune un renflement faisant une saillie prononcée le long de la fente anale. Pattes très-courtes et grêles, portant quelques poils à leur face inférieure.

Brunâtre (dans l'alcool) avec la partie postérieure des segments plus claire, surtout dans la région antérieure du corps. Dessus de la tête et premier segment noirâtres ; ce dernier bordé en avant et en arrière d'un liséré plus clair. Crochet du segment préanal noirâtre. Pattes roussâtres (♀).

60 segments. 113 paires de pattes.

Dimensions.

Longueur. . . . . 50 mill.
Largeur . . . . . 2 ½ à 3 mill.

Habite : Ceylan ! (Peradenia ?).

Explication des figures.

Pl. IV, fig. 22. *Spirostreptus hamifer*, Humb., vu par-dessus; de grandeur naturelle — 22 *a*, tête et premiers segments, vus de profil. — 22 *b*, derniers segments, valves anales et plaque sous-anale, vus de profil. — 22 *c*, idem, vus par-dessus. — 22 *d*, idem, vus par-dessous. — 22 *e*, tête et premier segment, vus de face. — 22 *f*, plaque oculaire gauche. — 22 *g*, une paire de pattes du milieu du corps.

Pl. V, fig. 22 *h*, lèvre inférieure, grossie dix fois.

SPIROSTREPTUS MODESTUS, nov. sp.

Allongé, d'une grosseur uniforme dans toute sa longueur, sauf aux premiers segments après le bouclier où l'on remarque un très-léger rétrécissement. Chaperon ayant sur son milieu une petite échancrure portant trois petites dents ; des ponctuations en arrière de cette échancrure et sur ses côtés. Région médiane antérieure de la tête, en avant des antennes, marquée de lignes enfoncées, transversales, sinueuses. Antennes assez grosses, à articles en massue, le dernier très-court. Yeux en triangle, formés d'une cinquantaine d'ocelles environ disposés en sept rangées. Premier segment descendant sur les côtés aussi bas que le second ; presque droit à son bord postérieur, arrondi en avant sur ses côtés. Un sillon commençant au niveau des yeux

suit ses bords antérieur et inférieur. Second segment fermé en dessous. Segments lisses; le premier marqué seulement de quelques stries peu distinctes sur ses régions latérales inférieures ; les suivants divisés en deux moitiés, une antérieure et une postérieure, par un sillon circulaire. Segment préanal court, dépassé par les valves anales, un peu anguleux et subcaréné à son extrémité postérieure, mais non épineux. Valves anales à courbure postérieure régulièrement arrondie, comprimées le long de la fente anale. Plaque sous-anale faiblement anguleuse. Pattes médiocres, portant quelques villosités.

D'un gris bleuâtre, passant au brunâtre dans les régions antérieures. Une bande circulaire jaune occupant le bord postérieur des segments, plus étroite à la région dorsale où elle est bordée en avant de noirâtre. Parties antérieures de la tête, pattes et valves anales d'un jaune sale. Segment préanal terminé de jaune. Antennes de couleur foncée à leur base, claire à leur sommet.

Deux échantillons ayant l'un 69 (♀), l'autre 73 segments.

Dimensions.

Longueur.	70 mill.
Largeur	3 $^1/_2$ mill.

Habite : Peradenia.

Explication des figures.

Pl. V, fig. 23. *Spirostreptus modestus*, Humb., vu par-dessus; de grandeur naturelle. — 23 *a*, tête et premiers segments, vus de profil; très-grossis. — 23 *b*, derniers segments, valves anales et plaque sous-anale, vus de profil. — 23 *c*, idem, vus par-dessus. — 23 *d*, idem, vus par-dessous. — 23 *e*, tête et premier segment, vus de face. — 23 *f*, plaque oculaire et base des antennes, du côté gauche. — 23 *g*, une paire de pattes du milieu du corps. — 23 *h*, lèvre inférieure, grossie neuf fois.

Spirostreptus Ceilanicus, Brandt.

Brandt. Recueil des Mémoires, p. 93. — *Gervais.* Insectes aptères, tome IV, p. 167.

Cette espèce a été établie avec une certaine hardiesse par M. Brandt pour un Jule caractérisé d'une manière extrêmement brève dans Gronovius. Je n'ai pas pu voir la description originale ; mais d'après ce qu'en dit M. Brandt, l'espèce aurait été décrite comme ayant 57 segments et 114 paires de pattes, chiffres qui ne peuvent concorder.

Genre SPIROBOLUS, Brandt.

Brandt. Bulletin de Moscou, vol. VI, 1833. — *Idem.* Recueil de Mémoires, 1841, p. 114.
W. Peters. Reise nach Mossambique. Ins. und Myr., p. 548.

Parties latérales de la lèvre inférieure formant à peine le quart de cette lèvre et appointies vers leur base; la pièce médiane impaire occupant la plus grande partie de toute la lèvre inférieure et s'étendant avec sa pointe antérieure jusque presque derrière le bord labial antérieur où elles est enfermée par les deux petites pièces médianes paires. Première pièce basilaire des mâchoires au moins trois fois aussi grosse que la deuxième, et reçue dans une profonde entaille de la région temporale. Le 1er, le 2me, le 3me, le 4me et le 5me segments portant chacun une paire de pattes, les suivants chacun deux paires, à l'exception du dernier segment dorsal chez la femelle, du 7me et du dernier dorsal chez le mâle. L'on trouve souvent à l'état adulte une pelote chitineuse sous le dernier article du tarse (genre *Pelmatojulus,* Sauss., div. 3).

Spirobolus crebristriatus, nov. sp.

Corps court, atténué en avant. Tête à peu près aussi large que haute; chaperon large, portant sur son milieu une échancrure bordée de fines denticulations. Antennes à articles un peu comprimés, paraissant étroites et de largeur uniforme lorsqu'on les voit de profil, mais larges, surtout à l'extrémité, lorsqu'on les regarde par-devant. Yeux à ocelles peu saillants [1]. En arrière et au-dessous des antennes et des yeux se trouve une dépression assez marquée. Bord postérieur du premier segment presque droit; bord antérieur descendant très-obliquement en arrière sur ses côtés; angle formé par la rencontre de ces deux bords arrondi, marginé, et marqué de quelques fines stries obsolètes. Second segment fermé en dessous comme les suivants. Tous les segments, sauf le premier et le préanal séparés par un sillon en une région antérieure et une

[1] Dans un échantillon, les ocelles sont séparés les uns des autres et disposés sur six rangées verticales. Les rangées, comptées d'avant en arrière, sont composées de 2, 4, 6, 7, 7 et 6 ocelles; de sorte que le nombre total des ocelles est de 32. — Dans un autre échantillon, les ocelles sont plus serrés les uns contre les autres.

région postérieure bien distinctes; la région antérieure mate, la région postérieure marquée de stries longitudinales serrées et parfaitement régulières. Face supérieure du segment préanal continuant le profil des segments précédents et terminée par une arête aiguë dépassant les valves anales; ses bords inférieurs très-obliques, peu sinueux. Plaque sous-anale courte, à bord postérieur presque droit, très-faiblement arrondi. Valves anales allongées, marquées d'une profonde dépression parallèle à la fente anale. Pattes grêles, courtes, portant quelques villosités aux articulations.

D'un jaune brun, avec une série de taches plus foncées formant une ligne dorsale médiane. Plus en dehors on voit une double rangée de taches latérales supérieures et une autre de latérales inférieures. Pattes jaunâtres.

Les deux échantillons observés sont des mâles qui ont chacun 45 segments et 81 paires de pattes. Leurs organes copulateurs, que je crois incomplétement développés, se présentent sous la forme de deux paires de pièces vésiculeuses situées entre le sixième et le septième segments et complétement recouvertes par le sixième segment. Le septième segment porte une petite échancrure antérieure.

Dimensions.

Longueur	30 à 32 mill.
Largeur au milieu du corps. .	2 $^1/_2$ mill.

Habite : Peradenia.

Explication des figures.

Pl. V, fig. 24. *Spirobolus crebristriatus,* Humb., vu par-dessus; de grandeur naturelle — 24 *a*, tête et premiers segments, vus de profil; très-grossis. — 24 *b*, partie postérieure du corps, vue de profil.— 24 *c*, id., vue par-dessus.— 24 *d*, id., vue par dessous.— 24 *e*, tête et premier segment, vus par-devant. — 24 *f*, plaque oculaire et base des antennes. — 24 *g*, une paire de pattes du milieu du corps. — 24 *h*, organes copulateurs et échancrure du septième segment. — 24 *i*, lèvre inférieure, grossie douze fois.— 24 *k*, id., partie antérieure médiane; vue à un plus fort grossissement.

Spirobolus Taprobanensis, nov. sp.

Assez régulièrement cylindrique, avec un renflement au premier segment et un faible étranglement s'étendant du second au huitième ou au dixième segment. Tête lisse, chaperon échancré en un angle du sommet duquel part un sillon vertical cessant avant le niveau des antennes; de chaque côté de ce sillon un point enfoncé. Antennes courtes, larges; cinquième et surtout sixième articles plus gros que les précédents; septième article excessivement court et faisant à peine saillie hors du sixième. Yeux formant une surface triangulaire à angles tronqués, comprenant environ 50 ocelles disposés en neuf séries verticales. Régions latérales de la tête en arrière des antennes

et en dessous des yeux présentant une large dépression circulaire dans laquelle est compris le bord postérieur et inférieur des yeux. Premier segment lisse, terminé en bas de chaque côté par un angle arrondi ; son bord antérieur presque droit, son bord postérieur fortement courbé en avant sur ses côtés. Un petit sillon commençant au niveau de la partie inférieure des yeux suit le bord antérieur du premier segment jusqu'à l'angle inférieur. Second segment fermé en dessous. Les segments sont divisés en deux parties par un sillon circulaire ; la partie postérieure étant plus élevée que l'antérieure (surtout en dessus) forme une série de saillies qui donnent un aspect particulier à l'animal, principalement lorsqu'il est vu de profil. Cette distinction en deux parties est moins marquée dans les deux ou trois premiers segments qui suivent le bouclier que dans ceux qui se trouvent plus en arrière. Elle redevient aussi moins sensible dans les deux ou trois derniers. La partie postérieure des segments porte sur la région latérale inférieure quelques stries longitudinales. Segment préanal à profil supérieur courbé, terminé en angle arrondi, sans épine ni arête, et ne dépassant pas les valves anales. Les valves anales marquées d'une forte impression parallèle à la fente anale. Plaque sous-anale courte, à bord postérieur droit. Pattes presque glabres.

D'un brun-grisâtre, avec le chaperon, les antennes, les bords antérieur et postérieur du bouclier, la seconde moitié de la partie postérieure des autres segments (sauf le préanal), les valves anales et les pattes jaunâtres.

37 segments. 67 paires de pattes.

Dimensions.

Longueur	32 mill.
Largeur au milieu du corps . . .	2 $^3/_4$ mill.

Habite : Peradenia.

Explication des figures.

Pl. V, fig. 25. *Spirobolus Taprobanensis*, Humb , vu par-dessus; de grandeur naturelle. — 25 *a*, tête et premiers segments, vus de profil ; très-grossis. — 25 *b*, partie postérieure du corps, vue de profil.— 25 *c*, idem, vue par-dessus. — 25 *d*, idem, vue par-dessous. — 25 *e*, tête et premier segment, vus de face. — 25 *f*, tête et portion du premier segment, vus de profil. — 25 *g*, une paire de pattes du milieu du corps — 25 *h*, lèvre inférieure ; grossie douze fois.

JULUS CARNIFEX, Fabr.

Species insectorum, vol. I.

J. pedibus utrinque 94, capite cauda linea dorsali pedibusque sanguineis.
Hab. *in Coromandel* (Fabr.).

Cette espèce est indiquée dans le catalogue de Sir J.-E. Tennent comme se trouvant à Ceylan, et je crois que c'est avec raison. J'ai observé, en effet, à Colombo et à Kandy, un Jule de très-grande taille remarquable par une raie d'un rouge vif s'étendant tout le long du dos. Il paraît commun et on le voit fréquemment sur les buissons. Malheureusement les échantillons que j'avais récoltés ont été perdus, et je dois me contenter de donner une description de cette espèce d'après MM. Brandt et Gervais.

M. Brandt [1], ayant eu l'occasion d'examiner un Jule qu'il considérait comme le *Julus carnifex* de Fabricius, nous a appris qu'il devait rentrer dans la seconde subdivision de la première division de son genre *Spirobolus*. Mais la description et les figures qu'il en promettait n'ont jamais paru.

M. Gervais [2] a donné, d'après un exemplaire du Musée de Paris, la description suivante qui se rapproche beaucoup de la phrase caractéristique de Fabricius, sans concorder cependant tout à fait avec elle.

« Lèvre supérieure subéchancrée, quadriponctuée ; parties supérieures de la tête et du corps marquées de ponctuations extrêmement fines ; bouclier trigone arrondi à ses parties latérales, bordé en avant, non strié, contigu avec la partie inférieure du deuxième segment ; segment préanal en capuchon subaigu à son bord postérieur, non épineux, atteignant le niveau des valves anales, fortement ponctué; écaille préanale semilunaire; antennes assez courtes, épaisses, submoniliformes, leur deuxième article un peu plus long que les autres ; une bande dorsale rougeâtre; pieds rougeâtres, ainsi que la lèvre supérieure, le bouclier et les valves anales; front et segments bruns, plus foncés près le bord supérieur, et terminés par un liséré rougeâtre; yeux disposés en quart de cercle ; 44 segments ; 80 paires de pieds. Longueur, 0,050. De Tranquebar, à la côte de Coromandel.»

Famille des SIPHONIZANTIA, Brandt.

Parties buccales et chaperon soudés en un suçoir. Antennes ayant leur avant-dernier article très-renflé et le dernier très-petit. Yeux situés entre les antennes ou nuls. Corps voûté en dessus, aplati en dessous. Segments pentazonés, composés d'un arceau supérieur, de lames latérales abdominales et de lames pédigères. Pattes courtes, ne dépassant pas les côtés du corps.

[1] *Brandt.* Recueil des Mémoires, p. 188. — [2] *Gervais.* Insectes aptères, vol. IV, p. 163.

C'est à M. Brandt que nous devons la découverte des Myriapodes suceurs, ainsi que les travaux les plus importants qui aient été fait sur ce groupe. Il le divisait en deux sections, dont la première *(Ommatophora)*, qui est caractérisée par ses petits yeux situés entre les antennes, comprend les genres *Polyzonium* et *Siphonotus*, et dont la seconde *(Typhlogena)*, dans laquelle les yeux manquent totalement, ne renferme que le genre *Siphonophora*. Ce dernier genre n'était basé que sur une seule espèce nominale, le *S. Portoricensis*[1]. M. Gervais[2] a fait connaître une autre espèce *(S. luteola)* des Andes Colombiennes. Tout récemment M. Peters[3] a décrit les exemplaires originaux du *S. Portoricensis* qui sont conservés dans le Musée de Berlin et deux espèces nouvelles, les *S. lineata* du Venezuela et *S. Luzoniensis* des Philippines.

Genre SIPHONOPHORA, Brandt.

Tête conique, terminée par un suçoir pointu faiblement courbé et dirigé obliquement en bas. Antennes coudées. *Yeux nuls.* Partie correspondant à la lèvre inférieure conique et effilée en avant. Organes copulateurs remplaçant les deux paires de pattes du septième segment.

Siphonophora Pictéti, nov. sp.

Corps environ quatorze fois aussi long que large, déprimé, d'égale largeur partout, sauf dans le voisinage immédiat de la tête et de l'anus où il se rétrécit. Antennes assez grosses relativement à la tête qu'elles dépassent notablement en avant; leur article basilaire très-court; les deux suivants sensiblement égaux entre eux; le 4^{me} plus gros que les précédents, mais moins que le 5^{me} qui est renflé au sommet, surtout à son côté interne; le 6^{me} le plus gros de tous; le 7^{me} le plus petit de tous et ne faisant presque pas de saillie hors du 6^{me}. Face dorsale des segments en voûte surbaissée;

[1] *Brandt.* Bulletin de l'Académie impér. de Saint-Pétersbourg, tome VII.—Recueil de Mémoires, p. 51.

[2] *Gervais* et *Goudot.* Annales de la Société Entomol. de France, 2^{me} série, tome II. — *Gervais.* Insectes Aptères, tome IV, p. 209.

[3] *Peters.* Monatsbericht der k. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, p. 549 (séance du 18 juillet 1864).

face ventrale très-peu bombée, presque plate. Premier segment le plus long de tous, mais un peu plus étroit que les suivants ; son bord antérieur et ses bords latéraux arrondis ; son bord postérieur coupé plus droit, légèrement sinueux. Les autres segments assez égaux entre eux ; le second, le troisième, le quatrième et les cinq ou six derniers un peu plus courts que les autres. Segments à partir du cinquième environ portant de chaque côté un tubercule arrondi situé vers le bord postérieur. Ces tubercules placés tout à fait sur le bord de l'arceau supérieur dans les premiers segments où ils apparaissent ; remontant ensuite peu à peu, et formant, à partir du neuvième et du dixième segment, des carènes saillantes laissant entre elles et le bord de l'arceau une petite face verticale. Tubercules des segments de la région postérieure du corps ayant leur sommet dirigé de plus en plus en arrière. Segment préanal semi-circulaire, recouvrant complétement et dépassant les valves anales. Plaque sous-anale petite; son bord postérieur presque droit. Valves anales aplaties. Pattes courtes, atteignant à peine les bords des segments.

Organes copulateurs du mâle sous la forme de pièces articulées dirigées en avant et remplaçant les neuvième et dixième paires de pattes ; les deux pièces de la paire antérieure plus grosses que celles de la paire postérieure, trapues et terminées chacune par trois denticules ; celles de la paire postérieure plus allongées et composées de cinq articles bien distincts, dont le dernier très-effilé semble présenter un orifice à son extrémité.

Tête presque lisse ; segments marqués d'une granulation très-fine et très-serrée qui, sous une forte loupe, les fait paraître comme chagrinés.

Tête, antennes et pattes couvertes d'une villosité très-fine, très-courte et peu serrée.

Brun rougeâtre foncé, plus clair en dessous ; suçoir et pattes très-pâles ; antennes jaunâtres [1].

Une femelle a 89 segments et 170 paires de pattes. Une autre a 69 segments et 131 paires de pattes ; enfin sur un mâle, je compte 62 segments.

Dimensions.

Longueur du plus grand échantillon	24 mill.
Largeur, un peu moins de	2 »

Habite : Montagnes qui dominent Peradenia. Vit sous les écorces.

[1] Je crois me rappeler qu'à l'état frais tout l'animal était d'un gris foncé et avait un aspect soyeux.

Explication des figures.

Pl. V, fig. 26. *Siphonophora Pictcti*, Humb.; grossi. Le trait qui est à côté indique la longueur de l'animal. — 26 *a*, tête et premiers segments, vus par-dessus; considérablement grossis. — 26 *b*, idem, vus par-dessous. (Dans cette figure, destinée principalement à montrer la forme de la région buccale et la position des organes copulateurs, l'on a oublié d'indiquer les séparations des segments.) — 26 *c*, partie postérieure du corps, vue par-dessus. — 26 *d*, idem, vue par-dessous. — 26 *e*, tête et premiers segments, vus de profil. (Le cercle qui se voit sur les côtés de la tête est la fossette où naît l'antenne; celle-ci a été enlevée pour mieux laisser voir la forme de la tête qu'elle cachait en partie.) — 26 *f*, sept segments du milieu du corps, vus de profil. — 26 *g*, partie postérieure du corps, vue de profil. — 26 *h*, un segment du milieu du corps, vu par derrière. (En reportant la figure sur pierre l'on a oublié d'indiquer les lignes de séparation entre les lames abdominales et les lames pédigères.) — 26 *i*, pièce gauche de la paire antérieure des organes copulateurs. — 26 *k*, pièce gauche de la paire postérieure des organes copulateurs

TABLE DES MATIÈRES.

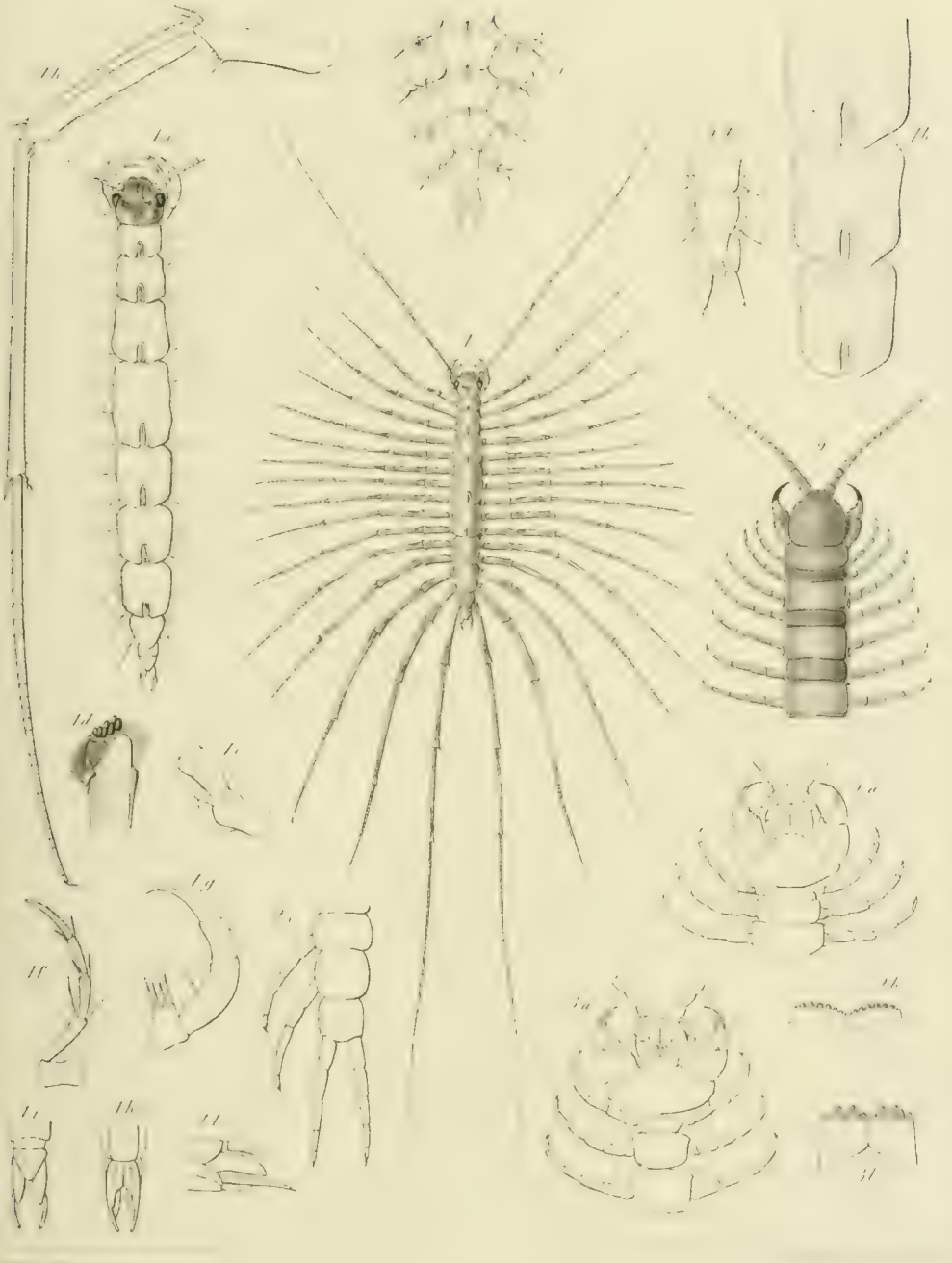
	Pages
CAMBALA	4
CERMATIA	6
dispar, *Templ.*	10
longicornis, *Fab.*	10
nobilis, *Templ.*	9
CHILOGNATHA	20
CHILOPODA	6
CRASPEDOSOMA	4
CRYPTOPS	4
DIPLOPODA	20
Geophilidæ	17
GEOPHILUS	17
Glomeridæ	36
HETEROSTOMA	13
spinosa, Newp.	14
HOLOTARSIA	10
Julidæ	12
JULUS [1]	57
carnifex, *Fab.*	57
LITHOBIUS	4
MECISTOCEPHALUS	17
heteropus, Humb.	19
punctifrons, Newp.	18 et 19
PELMATOJULUS	47 et 53
Pollyxenidæ	20
POLLYXENUS	20
Polydesmidæ	21
POLYDESMUS	21
(Strong.) Cingalensis, Humb.	32
cognatus, Humb.	22

[1] Pour les espèces qui sont figurées sous le nom générique de *Julus*, voyez aux genres *Spirostreptus* et *Spirobolus*.

	Pages
inornatus, Humb.	30
Kelaartii, Humb.	23
Layardi, Humb.	28
(Strong.) luctuosus, Peters.	35
(Strong.) Nietneri, Peters.	36
Saussurii, Humb.	26
(Strong.) simplex, Humb.	34
(Strong.) Skinneri, Humb.	31
Thwaitesii, Humb.	27
SCHIZOTARSIA.	6
Scolopendridæ	10
SCOLOPENDRA	10 et 13
abdominalis, Templ.	11
bicolor, Humb.	12
brevis, Templ.	11
Ceylonensis, Newp.	11
crassa, Templ.	11
flava, Newp.	12
Grayi, Newp.	13
olivacea, Templ.	11
pallipes, Templ.	11
spinosa, Newp.	11
tuberculidens, Newp.	11
SCUTIGERA	6
dispar, Templ.	10
longicornis, Fab.	10
nobilis, Templ.	9
Templetoni, Humb.	8
Siphonizantia	58
SIPHONOPHORA	59
Picteti, Humb.	59
SPHÆROPŒUS	37
Brandtii, Humb.	38
inermis, Humb.	39
versicolor, White.	40
SPIROBOLUS	55
carnifex, Fab.	57
crebristriatus, Humb.	55
Taprobanensis, Humb.	56
SPIROSTREPTUS	46
Ceilanicus, Brandt.	54
hamifer, Humb.	52
Kandyanus, Humb.	49
Lankaensis, Humb.	50
Lunelii, Humb.	47
modestus, Humb. [1]	53
STRONGYLOSOMA	31 à 36
TRACHYJULUS	43
Ceylanicus, Peters.	44
ZEPHRONIA [2]	37
versicolor, White.	41

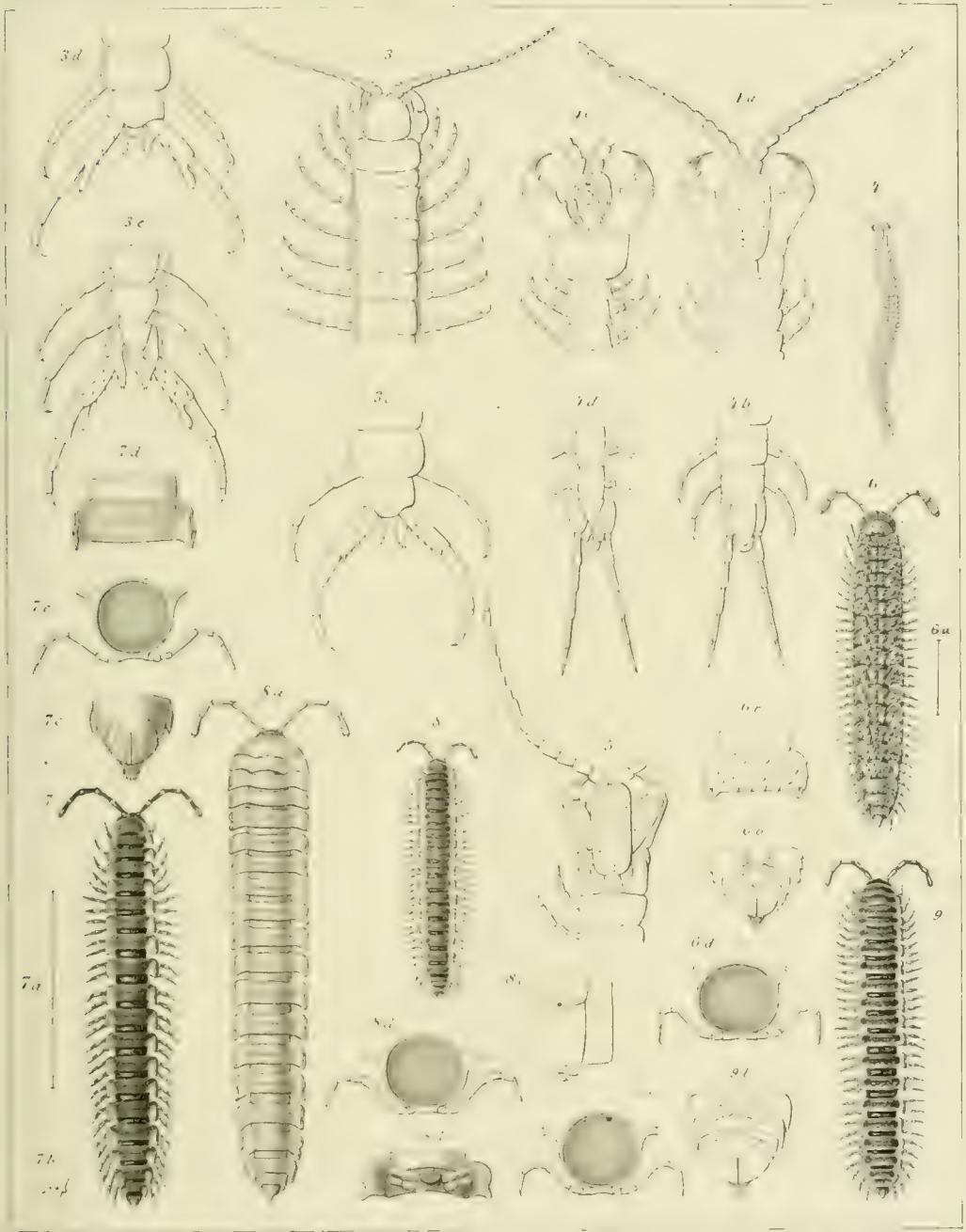
[1] Au moment où je termine l'impression de ce mémoire, je vois que, par une singulière coïncidence, ce nom d'espèce avait déjà été donné par Risso à un Jule de Nice. Je le laisse néanmoins tel qu'il a été imprimé, parce que je suis convaincu maintenant de la valeur du genre *Spirobolus*, et qu'il est plus que probable que l'espèce de Risso doit rentrer dans une autre division des *Julides*.

[2] Pour les espèces qui sont figurées sous le nom générique de *Zephronia*, voyez au genre *Sphæropœus*.



1. Scutigera Templetoni. 1 a-b — 2. Scolopendra bicolor. 1

3. Heterostoma spinosa. 3

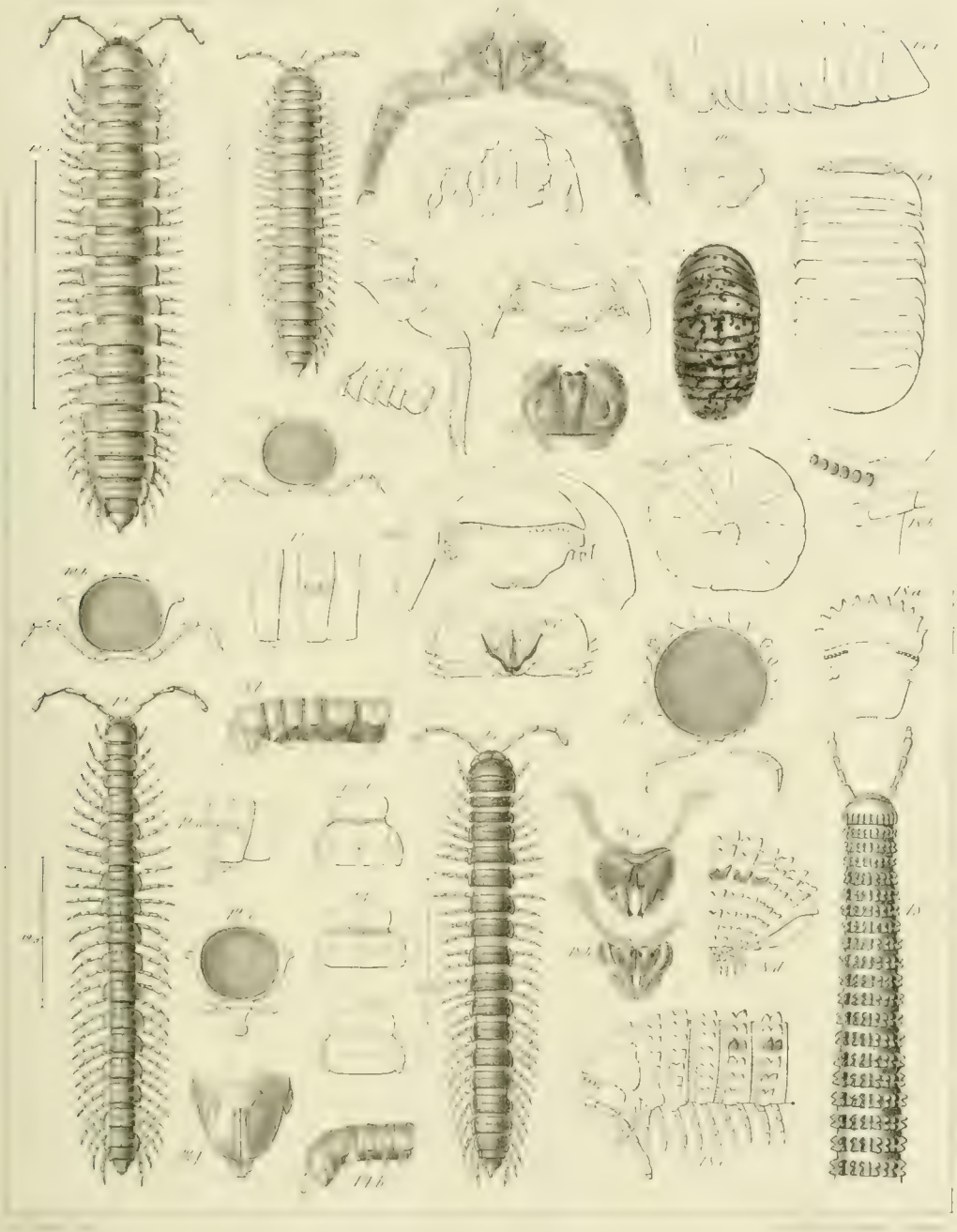


Alph. Lunel del. Impr. Pillet & Cuagnard, à Genève

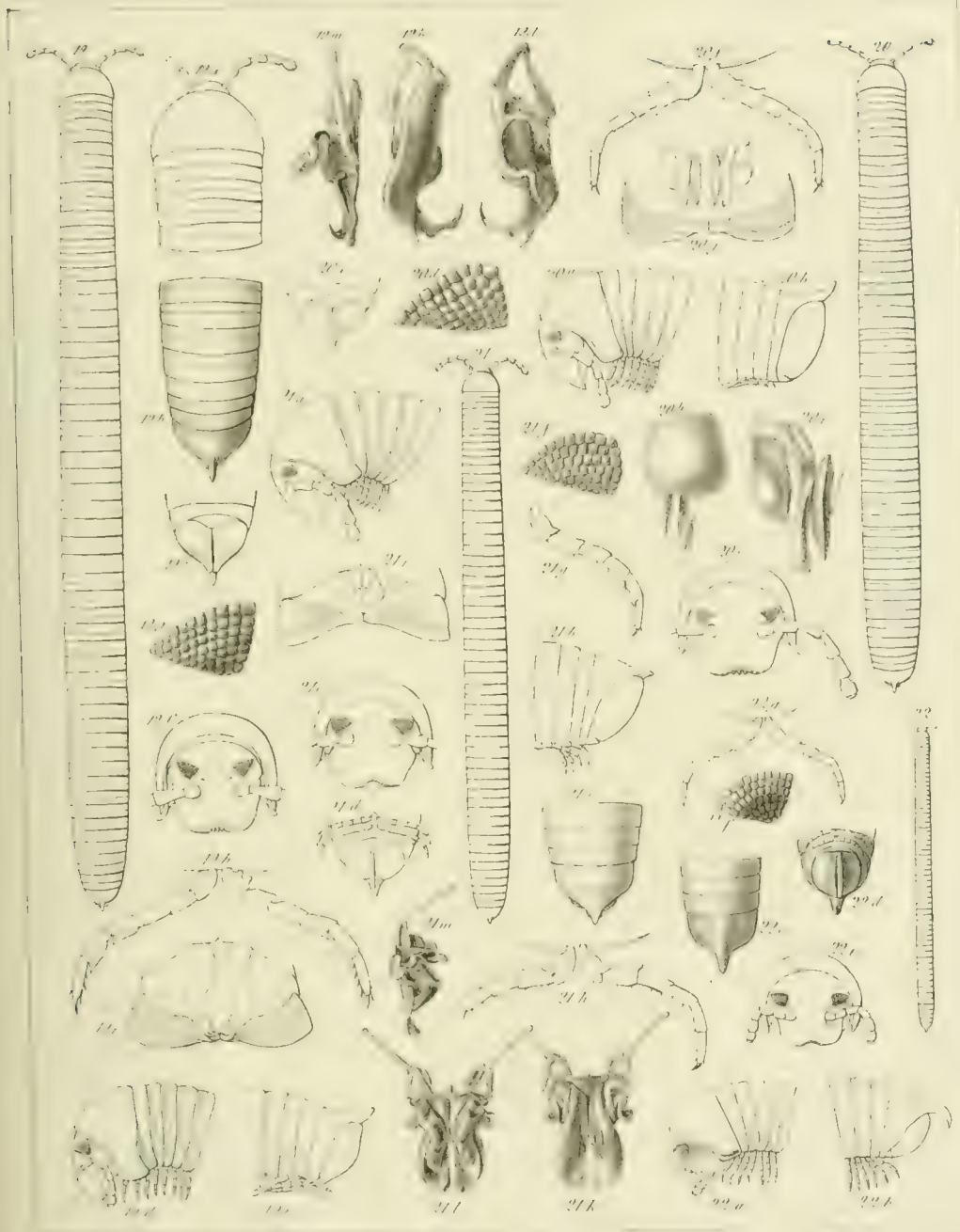
3. Heterostoma spinosa, Newp. – 4. Mecistocephalus heteropus, Humb.

5. M. punctifrons, Newp. – 6. Polydesmus cognatus, Humb. – 7. P. Kelaarti, Humb.

8. P. Saussurii, Humb. – 9. P. Thwaitesii, Humb.



10. Polydesmus Lavardi, [illegible] — 11. P. inornatus, [illegible] — 12. P. Skinneri, [illegible]
13. P. Cingalensis, [illegible] — 14. P. simplex, [illegible] — 15. Zephronia Brandtii, Humb
16. Z. inermis, [illegible] — 17. Z. versicolor, [illegible] — 18. Trachyjulus Ceylanicus, Peters



19. Julus Lunelii, ♂mâle. – 20. J. Kandyanus, ♂mâle. – 21. J. Lankaensis, ♂mâle.
22. J. hamifer, ♂mâle.

23. Julus modestus, fem. – 24. J. crebristriatus, fem.

25. J. Taprobanensis, fem. – 26. Siphonophora Pictéti, fem.

ÉTUDE
GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE

DE LA

FORMATION D'EAU DOUCE INFRACRÉTACÉE DU JURA

ET EN PARTICULIER

DE VILLERS-LE-LAC

PAR

P. DE LORIOL ET A. JACCARD

Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 3 mars 1865.

Depuis quelques années déjà, on a observé sur un certain nombre de points dans le Jura des couches de marnes et de calcaires renfermant des coquilles d'eau douce et d'eau saumâtre, placées entre les premières strates crétacées et les derniers dépôts de la période jurassique; elles ont été généralement regardées comme contemporaines des « *Purbeck beds* » d'Angleterre.

M. Jaccard a étudié avec un grand soin cette formation intéressante dans les diverses localités où il a pu l'observer dans le Jura, et en particulier à Villers-le-Lac (Doubs), où elle présente des coupes faciles à observer. Il en a rédigé une description détaillée au point de vue géologique. M. Jaccard, en outre, s'est attaché, avec un zèle et une patience admirables, à en recueillir les fossiles. Ceux-ci, pour la plupart fort petits, sont d'une recherche difficile, et ce n'est qu'après des courses multipliées qu'il a pu en réunir une collection assez étendue. Il a bien

voulu me les confier pour les examiner, et il nous a paru utile de les faire connaître, car ils appartiennent pour la plupart a des espèces nouvelles. Je me suis chargé de leur étude et de leur description, et j'ai cherché à résumer les résultats auxquels pouvaient conduire leur examen et leur comparaison avec les espèces déjà décrites dans des dépôts analogues.

Tout notre désir est que notre travail commun puisse être de quelque utilité pour la science et qu'il serve, en particulier, à engager les géologues et les paléontologistes qui seraient placés dans des conditions favorables pour étudier ces formations d'eau douce infracrétacées, encore peu connues surtout au point de vue de la connaissance des espèces, à publier les résultats de leurs recherches.

Plusieurs personnes ont bien voulu me communiquer, avec une extrême complaisance, des matériaux qui m'ont été fort utiles pour mon travail paléontologique. M. Renevier m'a confié toutes les espèces de sa collection qui pouvaient m'intéresser, ainsi que des notes précieuses. M. Lory m'a envoyé les espèces qu'il avait recueillies à Charix, près Nantua. M. Gilliéron, celles des environs du Landeron et de la Neuveville; qu'il me soit permis de leur en témoigner ici ma sincère reconnaissance.

Je dois aussi des remerciements tout particuliers à M. Bristow, qui, sollicité par M. le professeur Favre, a pu obtenir pour moi de l'obligeance de M. Osmond-Fisher la communication des nombreux fossiles que ses explorations multipliées lui ont permis de recueillir dans les « *Purbeck beds*, » à Rigdway, Osmington, etc., et qu'il était très-important pour moi de pouvoir comparer avec ceux de Villers-le-Lac. M. Bristow a eu, en outre, la bonté de me faire parvenir des dessins très-fidèles de quelques espèces nommées par Forbes, mais non publiées, et dont les types sont conservés au Musée de géologie pratique de Londres.

P. de L.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE GÉOLOGIQUE

PAR A. JACCARD

La formation d'eau douce infra-crétacée du Jura, qui a été signalée sous les noms divers de *Wealdien, Purbeckien, Dubisien, Marnes de Villars,* etc., se présente constamment dans cette chaîne dans les mêmes limites que l'étage inférieur du terrain crétacé. C'est ce dont j'ai pu m'assurer en ce qui concerne la région comprise entre Bienne et Genève, d'une part, Morteau, Nozeroy et Gex, d'autre part. A l'est, elle disparaît avec les couches jurassiques et crétacées sous les dépôts tertiaires de la plaine suisse.

Au nord de Bienne, il ne paraît pas en exister de traces certaines. Par contre, elle se trouve à l'ouest, un peu en dehors de la limite de mes observations; et de même au sud, dans le département de l'Ain, où elle a été signalée par M. Lory.

Cette formation, malgré sa faible puissance, présente un ensemble de caractères pétrographiques qui la fait aisément reconnaître par tout observateur quelque peu familiarisé avec les roches du Jura. En constatant la présence des fossiles d'eau douce qui la caractérisent sur la plupart des points où je l'ai reconnue, j'ai pu me convaincre de la justesse des observations des géologues qui les premiers avaient su la distinguer.

On comprend que, dès l'époque où ces couches furent découvertes, on se soit préoccupé de rechercher dans quelles relations elles se trouvent soit avec le terrain crétacé, soit avec le terrain jurassique. C'est ce qui m'engage, avant de les décrire en détail, à présenter quelques observations stratigraphiques sur les dépôts divers au milieu desquels elles sont intercalées.

On sait généralement que là où la formation crétacée est représentée dans le Jura, c'est essentiellement par l'étage inférieur ou *Néocomien*. Celui-ci occupe ordinairement le fond des vallées, se redressant sur leurs flancs avec les strates jurassiques en concordance générale de stratification, comme j'essaierai de le prouver.

On a reconnu que cet étage se compose d'un ensemble de couches de nature variée, renfermant des faunes généralement distinctes. On a ainsi divisé l'étage en trois groupes : *supérieur* ou *Urgonien*, *moyen* ou *Néocomien, inférieur* ou *Valangien*. (Ces trois groupes se subdivisent eux-mêmes en sous-groupes, mais nous n'avons pas à nous en occuper ici.)

Si ces trois groupes sont justifiés au point de vue paléontologique, on ne tarde pas à s'assurer, en étudiant le Jura, qu'ils répondent plus ou moins à la division orographique, ainsi que cela ressort de nos coupes (Pl. I, fig. 3 et 4).

On voit, en effet (fig. 3), que le revers méridional du Chaumont, près de Neuchâtel, est flanqué d'une série d'ondulations, dont la hauteur va en augmentant depuis le lac vers le sommet de la montagne. La première est produite par le massif du calcaire urgonien, qui devient marneux à la base. Il en résulte une courbe ou palier sur lequel est établi l'observatoire de Neuchâtel.

Au-dessus, nous voyons un second palier produit par le calcaire jaune du Néocomien moyen appuyé contre les marnes bleues, sur lesquelles reposent les constructions de la gare du chemin de fer.

Remontons encore, dépassons le massif des calcaires valangiens, nous trouverons un troisième palier, ou petite courbe; celle-ci est déterminée par la présence des couches marneuses du Valangien inférieur et de la formation d'eau douce infra-crétacée dont les strates sont appuyées sur les dolomies portlandiennes et se trouvent avec elles en parfaite concordance de stratification.

Ici se termine la région des terrains cultivés, et commence celle de la végétation forestière. Plus haut, un quatrième palier se dessine à Pierre-à-Bot. Là, on voit cesser les Dolomies portlandiennes, et com-

mencer le calcaire compacte Portlandien, mais on peut dire, en général, que dans toute la bordure de terrain crétacé qui entoure la chaîne du Jura du côté oriental, la formation d'eau douce infracrétacée apparaît à la limite de la végétation forestière. Il en est de même dans les vallées, où nous voyons se reproduire des phénomènes orographiques analogues et succéder au Valangien les divers groupes du Néocomien, ainsi qu'on en peut juger par la coupe (Pl. I, fig. 4).

A la vérité, les reliefs pourront être moins accusés, par suite de la moindre épaisseur des couches ou d'un angle de redressement différent; mais, avec un peu d'attention, on retrouve toujours les allures régulières des crêts et des courbes ou paliers que je viens de signaler.

Si, comme nous le voyons, la plupart des affleurements de la formation d'eau douce infra-crétacée se trouvent au point de contact des terrains crétacés et jurassiques, et présentent par conséquent une surface visible peu étendue, on conçoit cependant que l'action destructive qui a réduit en lambeaux les strates crétacées a pu, dans certains cas, la mettre à nu sur un espace plus ou moins considérable. C'est ce qui arrive dans les vallées hautes, vers leurs extrémités : ainsi au sud de la Brévine, sur le revers septentrional du Mont-Tendre, de la Dôle, où nous voyons les couches du calcaire d'eau douce plus ou moins altérées former le fond même du vallon ou du plissement.

Il est cependant presque toujours difficile d'étudier la succession stratigraphique des diverses couches de cette formation, et M. Sautier n'a pu en donner une coupe complète qu'en réunissant les observations faites sur deux points différents. Il était donc doublement intéressant de trouver à Villers-le-Lac plusieurs stations fossilifères, qui présentent en même temps des coupes naturelles complètes de toute la série des couches. Cette localité me servira donc de type et de point de départ pour l'étude stratigraphique; seulement j'aurai soin d'indiquer pour chacune des couches son équivalent plus ou moins semblable sur d'autres points du Jura.

Le vallon de Villers-le-Lac est partagé irrégulièrement dans le sens

de sa longueur par le Doubs, qui vient de parcourir le Val-de-Morteau et de traverser une très-petite cluse au Moulin-Bourney.

Ainsi que l'avait déjà remarqué feu M. Renaud-Comte[1], ce vallon offre un des exemples les plus curieux des phénomènes d'érosion, car le terrain crétacé y a été divisé en plusieurs lambeaux isolés les uns des autres.

Le premier de ces lambeaux, en descendant le cours du Doubs, se trouve sur la rive droite, à Sobey, et n'offre pas grand intérêt, les couches n'étant nulle part suffisamment à découvert; mais si nous suivons la route, nous verrons celle-ci côtoyer sur un espace de deux kilomètres environ les dolomies portlandiennes avec leurs divers faciès de calcaire à plaquettes, calcaire sacharoïde et calcaire cellulaire, puis nous nous trouverons en face d'un second lambeau crétacé, formant un crêt assez élevé, redressé sous un angle sensiblement égal à celui que forment les dolomies portlandiennes, soit de 25 à 30 degrés à peu près. Ce lambeau est composé des différentes assises du groupe valangien, ici très-riches en fossiles, et des marnes et calcaires du néocomien moyen; l'urgonien n'est pas représenté.

Contournant ce massif avancé en forme de promontoire, nous nous retrouvons au village de Villers-le-Lac, au contact de la formation d'eau douce et des dolomies portlandiennes, qui sont toujours dans les mêmes relations réciproques. Devant nous, sur la rive droite, se présente un troisième lambeau du terrain néocomien dont j'ai esquissé une coupe naturelle (Pl. I, fig. 2). C'est là surtout que nous pourrons procéder au mesurage des couches et à leur examen détaillé. La partie supérieure est formée par les calcaires blancs du Valangien inférieur avec minces couches marneuses. Au-dessous viennent les couches grises-bleuâtres un peu marneuses du calcaire à fossiles d'eau douce. Un banc de calcaire cloisonné les sépare des argiles bleues-noirâtres ou blanches qui forment la base de la tranchée à droite d'une maison incendiée. Au-dessous de celle-ci apparaît une corniche formée des diverses assises des dolomies

[1] Essai sur les vallées d'érosion.

portlandiennes que traverse la route, et qui disparaissent sous le bassin du Doubs.

En continuant notre chemin sur la route des Brenets, nous trouverons encore au-dessous des Bassots une coupe naturelle tout aussi intéressante; nous verrons, en particulier, le premier banc du calcaire valangien, d'un mètre d'épaisseur, surmonté par une assise marneuse de même puissance, riche en fossiles caractéristiques de ce terrain (*Natica Pidanceti* et *Sautieri*, *Nerinea Favrina*, *N. lobata*, etc., *Phyllobrissus Duboisi*, etc.). Puis gagnant un quatrième massif crétacé séparé de celui-ci par le prolongement de la cluse du Col des Roches, et sur lequel est assis le village des Brenets, nous verrons de nouveau un beau développement des dolomies portlandiennes, leur passage aux bancs de calcaire compact et aux assises marno-calcaires à fossiles marins (*Anatina*, *Modiola*, etc.). Au nord-est de ce village, nous verrons les assises compactes exploitées en carrières dans lesquelles ont été recueillis quelques-uns des fossiles décrits dans l'ouvrage publié par M. le professeur Pictet : *Matériaux pour la Paléontologie suisse* [1].

Ce puissant massif de calcaires, qui est aussi l'horizon de la *Trigonia gibbosa*, des *Nerinea trinodosa* et *subpyramidalis*, est vraisemblablement l'équivalent du Portlandien anglais, et le Kimmeridien commence pour nous avec les marnes à *Ostrea virgula*, qui se montrent ici à la base et nous offrent un point de repère très-précieux.

La section théorique de la série des strates de la formation d'eau douce infra-crétacée et du Portlandien aux environs de Villers-le-lac (Pl. I, fig. 1) est destinée à présenter un coup d'œil d'ensemble sur les couches dont je vais maintenant donner la description. Comme on le voit, je divise le groupe Purbeckien en deux sous-groupes : l'un supérieur, que je désignerai sous le nom de *sous-groupe des calcaires d'eau douce :* l'autre inférieur, sous le nom de *sous-groupe* des *marnes à gypse*. Un troisième sous-groupe, intimement lié à ceux-ci, est celui des *Dolomies portlan-*

[1] Description des reptiles et poissons de l'étage virgulien du Jura neuchâtelois, par F.-J. Pictet et A. Jaccard.

diennes. Enfin, au-dessous, vient le groupe Portlandien, susceptible d'être à son tour subdivisé en sous-groupes, mais dont l'étude ne rentre pas dans le cadre de ce travail.

1. Sous-groupe du calcaire d'eau douce.

Immédiatement au-dessous du dernier banc de calcaire valangien, on observe, à Villers-le-Lac et sur divers points du Jura où affleure la formation d'eau douce infra-crétacée, une couche marno-calcaire, oolitique, grenue, schistoïde, de couleur brune ou gris-blanchâtre, d'une épaisseur moyenne de $0^{m},50$. Les feuillets calcaires sont souvent séparés par de minces couches marneuses dans lesquelles se trouvent diverses espèces de fossiles, caractéristiques des eaux saumâtres, telles que *Corbules*, *Cérithes*, etc. Ces fossiles se trouvent aussi adhérents aux feuillets calcaires, et on les rencontre ordinairement dispersés avec ceux des couches inférieures sur le talus d'éboulement.

J'ai pu constater la présence de cette couche saumâtre au Val-de-Travers (Côte-de-Rozières), à Sainte-Croix (Col des Étroits), à Ballaigues, etc.

Aux environs de Neuchâtel, sur la route des Gorges à Valangin, cette couche est remplacée par des alternances de marnes et de calcaires qui passent par des transitions insensibles au Valangien. Les marnes sont noirâtres, et l'une des couches contient des écailles de poissons. Les couches calcaires enferment dans leur pâte grise les fragments de calcaire noir ou jaunâtre que nous aurons à signaler dans les autres couches de ce sous-groupe.

Une mince couche de marne friable s'interpose, à Villers-le-Lac, entre la couche saumâtre supérieure et les bancs de calcaire d'eau douce proprement dit, dont la succession a lieu comme j'ai essayé de l'indiquer dans la coupe théorique. On verra que les graines de *Chara* se trouvent à la surface supérieure du premier banc de calcaire; je ne les ai trouvées nulle part ailleurs.

Cette succession de bancs calcaires et de marnes n'a rien de constant, et varie sur des points même très-rapprochés. En général, on peut caractériser ces couches comme suit : les calcaires sont généralement bien stratifiés, en couches plus ou moins épaisses, de 1 à 5 décimètres, séparés par des couches marneuses. Ils sont plus ou moins tenaces, à cassure terne et rugueuse, sur laquelle on voit briller de nombreuses lignes spathiques irrégulières (je n'ai vu nulle part les lignes spathiques dessinant les contours des fossiles qu'a observées M. Lory).

Par l'exposition à l'air, ces calcaires se délitent en fragments irréguliers; quelquefois des fossiles se détachent à leur surface, mais ceux-ci paraissent en général concentrés dans les couches marneuses intercalées entre les calcaires.

Ces marnes, plus ou moins développées suivant les localités, sont bien moins argileuses que celles du sous-groupe inférieur. Certaines couches endurcies répandent, au choc du marteau, l'odeur bitumineuse propre aux dépôts d'eau douce.

Pour l'ordinaire, cette distinction entre les calcaires et les marnes n'est pas possible. Les divers débris des couches décomposées par les agents atmosphériques forment des talus d'éboulement au pied des massifs calcaires du Valangien. Ces talus d'éboulement se distinguent à première vue de ceux des marnes néocomiennes par leur couleur grisâtre, terne, que nuancent parfois des veines charbonneuses, par la présence de fragments de calcaire irréguliers et compactes provenant des bancs calcaires en décomposition.

Pour peu que l'on examine d'un peu plus près ces mêmes débris, lavés par la pluie, on ne tarde pas à découvrir des fragments, sinon des échantillons entiers de Physes, Planorbes, Valvées, dont le test noir se distingue aisément au milieu des débris grisâtres de la roche.

A défaut des fossiles, il est un caractère que l'on observe constamment: c'est la présence, soit dans les calcaires, soit dans les marnes, de petits fragments anguleux ou arrondis de calcaire noir ou de calcaire jaunâtre, tout à fait étrangers à la roche qui compose ces couches. Ces fragments

ou débris sont de toute grosseur, depuis celle d'un grain de sable à celle d'une noix et même au delà.

Ce sous-groupe supérieur est celui qui nous est le mieux connu; il répond au *faciès ordinaire* de M. Lory, mais on verra par la coupe de Foncine qu'il est normalement superposé au *faciès exceptionnel avec gypse* du même auteur. Il comprend également, selon toute probabilité, les couches A, B, C, D, E, F, G de la coupe de M. Sautier, tandis que les suivantes appartiennent au sous-groupe inférieur.

2. Sous-groupe des marnes à gypses.

Disons d'abord que ce sous-groupe est beaucoup plus variable dans sa nature et sa composition que le précédent. Non-seulement la présence d'amas de gypse isolés en modifie la structure sur certains points, mais encore les argiles qui le composent présentent de nombreuses variétés d'aspect et de couleur.

Le gypse ne se rencontre pas à Villers-le-lac; cependant j'ai indiqué sa présence dans la coupe théorique, afin de rappeler l'horizon dans lequel il se trouve toujours au milieu de ces couches.

Le système des marnes et calcaires d'eau douce repose assez généralement sur un banc de *calcaire cloisonné* très-caractéristique, qu'il ne faut pas confondre avec les *calcaires celluleux* des Dolomies portlandiennes. C'est un calcaire marno-sableux jaunâtre, carié et cloisonné; les parois de ces cloisons sont formées par un calcaire cristallin et terreux; elles sont irrégulières, polyédriques; les vacuoles sont remplies de marnes verdâtres ou de sables impurs et terreux; quelquefois elles sont tapissées de cristaux de quartz ou de sulfate de chaux.

Au-dessous du calcaire cloisonné se trouve, à Villers-le-lac, une assise de marne dont je n'ai pu mesurer exactement l'épaisseur, mais que j'évalue à trois mètres environ. Cette marne est argileuse, quelquefois terreuse, friable, de couleur grise, blanchâtre, verdâtre, ou même noirâtre et semée de veines charbonneuses. Elle ne renferme aucun fossile, mais,

en revanche, on voit briller à la surface une multitude de très-petits cristaux de quartz terminés aux deux bouts, ou bien réunis et agglomérés autour de certaines géodes siliceuses de forme irrégulière et de grosseur variable.

Ces cristaux paraissent, à défaut du gypse, très-caractéristiques de la marne inférieure; je les ai reconnus sur plusieurs points du Jura.

Le gypse que l'on exploite dans cette couche à Morteau, Ville-du-Pont, La Rivière, Foncine, ne s'y rencontre qu'en amas peu étendus et d'une puissance très-variable. Aussi la plupart des exploitations sont abandonnées aujourd'hui, ou à la veille de l'être, les gisements étant épuisés. Ce gypse est blanc, subcristallin, saccharoïde, rarement fibreux, presque toujours mélangé avec la marne argileuse qui pénètre dans la masse. A Morteau et Foncine les couches étant verticales, il est exploité par des puits. A Ville-du-Pont, on atteint les couches horizontales par des galeries.

Le gypse purbeckien a été signalé sur plusieurs autres points encore, mais je n'ai pas eu l'occasion de l'observer, et les gisements de la Brévine, de Sainte-Croix, etc., doivent être fort exigus.

Un caractère très-constant de ces marnes du sous-groupe inférieur, c'est de donner naissance à des sources. Cette particularité qui, dans le voisinage des roches arides du terrain jurassique, ne saurait échapper à l'observateur, peut souvent indiquer *à priori* l'existence des couches d'eau douce. A défaut de sources vives, on peut encore trouver de l'eau en creusant des puits dans ces marnes, comme cela se voit dans les petits vallons ou plissements du Mont-Tendre, de la Dôle, etc.

Je n'ai jamais trouvé de fossiles dans ces couches, et je ne crois pas qu'elles en renferment dans le Jura.

3. Sous-groupe des dolomies portlandiennes.

Les Dolomies portlandiennes se composent de couches de nature très-diverse, qui se rencontrent souvent superposées les unes aux autres,

comme nous le voyons dans les coupes (Pl. I, fig. 1 et 2); souvent aussi, ces variétés sont limitées à certaines localités du Jura. Toujours cependant, ces couches ont un cachet particulier qui les fait aisément distinguer des autres roches, tant jurassiques que crétacées. Leur disposition en strates régulières, et surmontées en concordance parfaite de stratification par les assises de marnes et calcaires d'eau douce que nous venons d'étudier, ne saurait manquer de fixer l'attention, et nous n'aurions pas pu nous dispenser d'en dire quelques mots, lors même qu'une circonstance exceptionnelle ne nous eût engagé à le faire plus en détail.

Tous les observateurs qui ont signalé jusqu'ici les Dolomies portlandiennes ont dit qu'elles étaient sans fossiles. Dès le début de mes observations à Villers-le-Lac, j'avais cependant observé entre les deux assises les plus caractéristiques des Dolomies, les calcaires celluleux et les calcaires schistoïdes ou à plaquettes, une couche de calcaire blanc saccharoïde renfermant des empreintes du test de divers acéphales. M. de Loriol, reconnaissant dans cette couche une formation d'eau saumâtre où il retrouvait des fossiles qu'il avait déjà rencontrés dans les sous-groupes supérieurs (*Corbula inflexa, Cardium Villersense*), m'a engagé à étudier de plus près les rapports qui existent entre la formation d'eau douce infra-crétacée et les Dolomies portlandiennes, d'une part, et le groupe portlandien tel qu'il est représenté dans le Jura.

Je reprends donc la description de la coupe de Villers-le-Lac; après quoi, je dirai quelques mots des variétés que l'on observe sur d'autres points du Jura.

Au-dessous des marnes à cristaux de quartz apparaît un massif de calcaire de 4 à 5 mètres de puissance, à stratification un peu confuse; il forme sur le bord de la route de Villers-le-Lac aux Brenets une corniche saillante.

Dans la partie supérieure, ce calcaire présente quelques feuillets onduleux et lamellaires; puis, peu à peu, les feuillets se confondent, la masse devient terne et rugueuse, des vacuoles plus ou moins nombreuses donnent à la roche un aspect tuffacé et jaunâtre. Les cavités sont

plus ou moins remplies d'une poudre fine et jaunâtre de même nature que la roche.

A la Dolomie celluleuse succède la *Dolomie saccharoïde*, composée d'une assise de 1 à 2 mètres de calcaire très-blanc, plus ou moins dur et tenace, à texture grossière, quelquefois oolithique, à cassure rugueuse. Ce calcaire se divise facilement, par son exposition à l'air, en fragments cubiques ou polyédriques. Il se montre constamment, dans le vallon de Villers-le-Lac, dans la position que j'ai indiquée, mais il ne présente pas partout des fossiles. Ceux-ci paraissent concentrés sur un espace peu étendu au bord de la route de Morteau à Villers-le-Lac, près des Bouchots. La roche est alors beaucoup plus tendre, presque friable, tandis qu'ailleurs elle devient dure et tenace.

Ce faciès n'est pas limité au seul vallon de Villers-le-Lac. On le retrouve avec les mêmes caractères à la gare du Franco-Suisse, à Couvet, mais je n'y ai trouvé aucune trace de fossiles. M. Lory l'a indiqué à Ville-du-Pont, et M. Gilliéron l'a aussi reconnu aux environs de la Neuveville.

De toutes les variétés des Dolomies portlandiennes, la plus répandue et la plus caractéristique est sans contredit celle des *calcaires à plaquettes* ou *lamellaires*. Dans le val de Villers-le-Lac, ils présentent un développement considérable, qui va jusqu'à 8 ou 10 mètres. Ils se composent, comme le dit M. Lory, de couches très-nettes et très-minces, « ayant un « ou deux décimètres d'épaisseur, et souvent moins. Ces couches sont « fréquemment rubannées, fissiles, presque schistoïdes. On remarque « des dendrites très-nombreuses soit à la surface des feuillets, soit sur « les plans de clivage. Leur structure est parfaitement homogène, leur « pâte fine. »

Aux environs de Morteau, de Villers-le-Lac, du Locle, etc., ce sont les variétés compactes qui prédominent, tandis qu'à Concise, Sainte-Croix, Ballaigues, se montrent les variétés submarneuses, très-magnésiennes, de teinte verdâtre, ou bien semées de taches ou macules brunes ou rosées.

C'est dans la même région qu'apparaît un faciès qui n'a pas, je crois, encore été signalé; on observe de véritables couches de sables siliceux jaunâtres ou blancs très-purs, intercalés dans les couches calcaires, puissants de 10 à 30 centimètres. A la vallée de Joux, ces sables sont agglutinés, et forment des couches de roche dure siliceuse, plus épaisses encore et exploitées sous le nom de *Molasse* pour servir à la construction des fours.

GROUPE PORTLANDIEN.

Il serait assez difficile de fixer une limite précise entre les Dolomies portlandiennes et le calcaire portlandien proprement dit. On voit par notre section théorique que l'absence de fossiles qui caractérise le calcaire lamellaire persiste dans les couches suivantes jusqu'à une certaine profondeur. Néanmoins, nous pouvons considérer comme déposées, sous l'empire des conditions normales de formation des terrains marins, les couches de calcaire compacte qui succèdent aux calcaires feuilletés. Quant aux assises *i* et *k*, elles ont tous les caractères d'une formation de vase marine littorale. Ces alternances de couches marno-calcaires se rencontrent assez souvent à la partie supérieure du Portlandien, mais elles ne sont pas toujours fossilifères. Il n'y a, du reste, pas longtemps que j'ai fixé mon attention sur ces couches qui mériteraient une étude plus spéciale.

Les couches qui succèdent à celles-ci nous seraient encore moins connues si elles n'étaient pas exploitées sur un grand nombre de points du Jura comme pierres de taille et de construction. Dans un précédent travail publié dans les *Matériaux pour la paléontologie suisse*, j'avais désigné cette formation sous le nom d'*Étage virgulien du Jura neuchâtelois*. Il résulte des nombreuses observations que j'ai faites dès lors que quelques erreurs se sont glissées dans le travail en question. En particulier, ce que j'avais pris pour la marne à *ostrea virgula*, est une couche bien infé-

rieure à celle-ci, que j'ai découverte plus tard. En conséquence, les calcaires à bryozoaires rentrent dans le groupe Ptérocérien, auquel je laisse également, à l'exemple des géologues franc-comtois, la marne à *ostrea virgula* proprement dite. Ainsi, le groupe Portlandien tel que je le comprends est composé de toutes les assises supérieures à la marne à *ostrea virgula* jusqu'aux Dolomies et au groupe Purbeckien. Ainsi limité, il comprend encore des assises de nature variée, pour lesquelles il y aura lieu d'admettre des sous-groupes. Pour le moment, je me bornerai à attirer l'attention sur la plus importante de ces divisions.

Les calcaires compactes à reptiles et poissons renferment, comme je l'ai dit, quelques mollusques très-caractéristiques, dont les espèces se rencontrent toujours au même niveau; malheureusement, les échantillons sont assez rares. Parmi les Gastéropodes, on peut signaler la *Natica Marcousana*, très-belle espèce bien caractérisée, les *Nerinea subpyramidalis*, *Salinensis*, etc. Parmi les Acéphales, ce sont des Trigonies : *T. subconcentrica*, *T. gibbosa*. Cette dernière, dont je possède deux échantillons trouvés à la Joux, figure dans notre section théorique à la hauteur relative où elle se trouve dans les couches, et caractérise ainsi l'assise moyenne de notre Portlandien.

Ce massif de calcaires n'est cependant pas toujours constant dans sa composition. Sur certains points, le faciès vaseux prédomine dans toute la hauteur du sous-groupe. On y rencontre alors les mêmes Nérinées que ci-dessus, associées à d'autres espèces et à des Acéphales de divers genres.

Ajoutons encore que le sous-groupe inférieur paraît composé d'assises de calcaire blanc crayeux dans lesquelles on trouve des bancs très-curieux de Nérinées qui appartiennent à une espèce dont l'ouverture très-accidentée rappelle celle de la *N. Mandelslohi*, du Corallien. Avant de pouvoir donner sur cette couche des détails plus précis, il est nécessaire de l'étudier encore d'une manière plus approfondie, et de déterminer exactement les fossiles qu'elle renferme.

Coupe du groupe Purbeckien et du Portlandien supérieur à Villers-le-Lac.

(Voir pl. 1, fig. 1.)

Calcaire valangien inférieur.

Sous-groupe des calcaires d'eau douce.	*a.*	Calcaire oolithique schistoïde, marneux, gris blanchâtre à fossiles d'eau saumâtre		0m,70
	b.	1° Banc de calcaire d'eau douce avec Physa, Chara	0,30	4m,85
		2° Marne noire charbonneuse fossilifère	0,25	
		3° Banc de calcaire d'eau douce fossilifère	0,45	
		4° Calcaire marneux, tendre, assez riche en fossiles	0,50	
		5° Massif de calcaire en plusieurs petits bancs	3,10	
		6° Marne calcaire	0,25	
Sous-groupe des marnes gypsifères.	*c.*	Calcaire cloisonné verdâtre ou brun foncé	1,50	4m,50
	d.	Marne argileuse, jaune, blanche ou noire sans fossiles, mais contenant des cristaux de quartz	3,00	
Sous-groupe des dolomies dites portlandiennes.	*e.*	Calcaire celluleux, de structure variable, un peu schistoïde à sa partie supérieure	5,00	12m,50
	f.	Calcaire saccharoïde blanc	1,50	
	g.	Calcaire à plaquettes, dendritique, très-caractérisé	6,00	
Sous-groupe supérieur du groupe Portlandien.	*h.*	Massif calcaire compacte	3,00	12m,00
	i.	Banc marno-calcaire dolomitique	1,00	
	j.	Massif de calcaire compacte	6,00	
	k.	Dolomie marno-calcaire fossilifère	2,00	

Viennent ensuite les calcaires compactes du sous-groupe moyen du Portlandien avec reptiles, *Lepidotus lævis*, etc.

Coupe du Valangien et du groupe Purbeckien à Foncine-le-Bas, sur la route au-dessus de la gypserie.

Valangien.	1°	Calcaire roux avec dalles et couches désagrégées	10,00	45m,00
	2°	Marne grise, jaunâtre, sans fossiles	2,00	
	3°	Valangien inférieur composé de massifs calcaires alternant avec des marnes (au moins 12 de ces alternances)	33,00	
Sous-groupe des calcaires d'eau douce.	4°	Marne calcaire friable avec Corbules	1,00	7m,00
	5°	Calcaire d'eau douce	0,50	
	6°	Marne grise avec Physa et Planorbis	0,50	
	7°	Calcaire d'eau douce en 13 bancs séparés par de minces lits de marnes	5,00	

Sous-groupe des marnes gypsifères.	8° Calcaire cloisonné ou celluleux.	2,00	7m,00
	9° Marne argileuse, blanche	5,00	
	(A une centaine de mètres plus loin se trouve l'exploitation du gypse, dans le prolongement de ces deux couches.)		

Coupe des groupes Purbeckien et Portlandien, au Vauseyon, près de Neuchâtel.

	Valangien inférieur, calcaire compacte en bancs épais avec une seule couche marneuse à la base	20,00	20m,00
Groupe Purbeckien supérieur.	*a.* Calcaire d'eau douce grisâtre avec cailloux jaunâtres . . .	0,30	3m,50
	b. Marne noirâtre sans fossiles.	0,10	
	c. Banc de calcaire grisâtre, comme *b*	0,15	
	d. Couche marno-calcaire noirâtre schistoïde avec écailles de poisson	0,10	
	e. Calcaire d'eau douce compacte grisâtre en deux bancs. . .	0,30	
	f. Marne calcaire noirâtre comme *b*.	0,10	
	g. Calcaire compacte comme *f*.	0,35	
	h. Marne calcaire blanchâtre, fossilifère (Valvata, etc.). . . .	0,45	
	i. Banc calcaire gris, fracturé en blocs arrondis.	0,15	
	j. Marne bitumineuse sans fossiles	0,50	
	k. Calcaire marneux avec rognons et nodules irréguliers. . .	1,00	
Groupe Purbeckien inférieur.	*l.* Marne jaunâtre.	5,00	6m,00
	m. Calcaire marneux noir avec sulfate de baryte, etc.	1,00	
Groupe des dolomies.	*n.* Calcaire siliceux en masse compacte brunâtre, non stratifié, très-dur.	6,00	17m,00
	o. Dolomie lamellaire en couche de 0,10c.	4,00	
	p. Banc calcaire compacte.	1,00	
	q. Dolomie sableuse, grisâtre ou verdâtre, avec quelques bancs calcaires	6,00	
Groupe Portlandien.	*r.* Calcaire portlandien compacte, alternant avec des couches marno-calcaires	40,00	90m,00
	s. Portlandien inférieur, calcaire blanc cristallin, avec banc à nérinées.	50,00	

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION DES FOSSILES

PAR P. DE LORIOL

DENTS DE POISSONS.

M. Jaccard a recueilli à Villers-le-Lac un certain nombre de dents de poissons isolées. Il m'est impossible de les déterminer avec quelque certitude; elles appartiennent probablement à des espèces des genres *Pycnodus*, *Sphærodus* ou *Lepidotus*. Quelques-unes ressemblent beaucoup à celles que M. Dunker a rapportées au *Sphærodon irregularis*, Ag. (Weald, p. 66, pl. xv), affirmant que cette espèce provient du Jurassique supérieur et non des terrains tertiaires comme le croyait M. Agassiz. Il faudra attendre de nouvelles découvertes pour arriver à préciser quelles espèces de poissons vivaient dans les eaux qui déposèrent les couches lacustres infracrétacées du Jura.

CRUSTACÉS

ORDRE DES OSTRACODES OU CYPROIDES

GENRE CYPRIS, Müller.

Un assez grand nombre d'espèces de Cypris ont été décrites dans les couches d'eau douce infra-crétacées d'Angleterre et d'Allemagne, et

Forbes en avait distingué plusieurs dans les diverses divisions du Purbeck; malheureusement, celles-ci n'ont pas été décrites; elles se trouvent seulement figurées dans le *Manuel de Géologie* de M. Lyell; l'une de ces espèces se retrouve à Villers-le-Lac et dans d'autres localités du Jura. C'est la seule qui y ait été observée jusqu'ici.

M. Bosquet (*Mém. de l'Académie de Bruxelles*, vol. XXIV, Descr. des Entomostracés fossiles des terr. tert. de France et Belgique, p. 47) a créé un genre Cypridea, dans lequel il réunit les espèces du Weald et du Purbeck d'Angleterre et d'Allemagne, décrites par Sowerby, Roemer et Dunker, et qui présentent à l'extrémité antérieure du bord inférieur un petit crochet ou prolongement en forme de bec. L'espèce décrite ci-dessous n'offre aucune trace de prolongement, et sa carapace me paraît réunir tous les caractères des vraies Cypris.

Cypris Purbeckensis, Forbes.

(Pl. II, fig. 1—3.)

Synonymie.

Cypris Purbeckensis. Forbes, in mss.
Id. *Id.* Lyell, 1856. Manuel de géologie, 5me édit. Trad. fr., tome I, p. 457, fig. 339 *a*.

Testa oblonga, antice et postice rotundata, margine dorsali arcuato, ventrali excavato. Valvæ, convexæ, lævigatæ, marginatæ. Valvæ sinistræ margo cardinalis crassus, rimâ haud profundâ munitus.

Carapace ovale oblongue, assez large; le bord dorsal est régulièrement arqué, le bord ventral excavé, les extrémités arrondies. Valves convexes, entièrement lisses; sous un fort grossissement, elles paraissent entièrement couvertes d'une infinité de petits points pellucides; elles sont pourvues au pourtour d'un petit bourrelet ou rebord assez saillant et parfaitement régulier. J'ai pu voir l'intérieur dans une valve gauche seulement; la surface d'attache est assez épaisse et pourvue d'une gouttière peu profonde dans laquelle quelques points paraissent plus accentués. — Les individus que j'ai fait dessiner sont encore un peu engagés dans la pierre; en en comparant plusieurs, j'ai pu constater que le bourrelet marginal existe sur tout le pourtour de la carapace.

Rapports et différences. Parmi les espèces de Cypris du Purbeck dont la surface est

lisse, la *Cy. leguminella* Forbes est celle qui se rapproche le plus de la *C. Purbeckensis*, mais elle est relativement beaucoup plus allongée. Les *Cy. lævigata* Dunk. et *oblonga* Rœm. sont des Cypridea, et leur forme est très-différente ; il en est de même de la *Cypris Valdensis* Sow. Je ne connais la *Cypris Purbeckensis* que par la figure de Lyell et par des individus nombreux du Purbeck, de la baie de Sawanage, que M. Renevier m'a communiqués ; l'espèce des dépôts du Jura me paraît absolument identique.

Localité. Villers-le-Lac. Assez rare. Couche *b*. Coll. Jaccard et Renevier. Plantées près la Neuveville. Très-abondante. Coll. Gilliéron.

MOLLUSQUES

Genre AURICULA, Lamark.

Ce genre, dans les limites que lui assigne M. Deshayes (Animaux sans vert, du bassin tertiaire de Paris; 2e édit.) comprend un grand nombre d'espèces vivantes, répandues surtout dans les régions chaudes ; quoique terrestres, elles vivent toutes sur le bord de la mer, et il paraît même qu'elles se laissent souvent baigner par l'eau salée. On ne connaissait jusqu'à présent de véritables auricules que dans les terrains tertiaires. Une espèce bien caractérisée a été rencontrée à Villers-le-Lac.

Auricula Jaccardi, de Loriol.

(Pl. II, fig. 4—5.)

Dimensions.

Longueur.	4 ½ mill.
Diamètre	2 »
Angle spiral.	33°

Testa fusiformis, spira elongata, anfractus 5—6 planiusculi, gradatim dispositi suturis profundis separati, celeriter crescentes, ultimo majore dimidiam longitudinis partem superante, omnes striis tenuissimis longitudinalibus transversalibusque undulatis decussati et rugosiusculi ; apertura angusta elongata, columella biplicata, plicis lamelliformibus, maximis, intrantibus, extus contortis.

Coquille de petite taille, allongée, fusiforme. Spire courte, conique, pointue, composée de six tours croissant rapidement, disposés en gradins, assez aplatis, surtout les

premiers, séparés par des sutures profondes ; le dernier très-grand, bien plus long que la moitié de la longueur totale de la spire, atténué à l'extrémité. Ouverture allongée, étroite. Le labre paraît simple. Je n'ai pu assez le dégager de la pierre pour m'assurer s'il n'est pas calleux et s'il n'existe pas de dents à l'intérieur. La columelle porte deux gros plis lamelliformes, pénétrant dans l'intérieur, fortement infléchis et contournés en dehors, si bien que leur extrémité est visible lorsqu'on regarde la coquille en dessus. Toute la surface est couverte de stries longitudinales et transversales flexueuses, fines mais très-profondes, formant un treillis irrégulier, et rendant la surface un peu rugueuse.

Rapports et différences. Cette espèce est bien caractéristique et facile à distinguer ; elle semble par sa forme en fuseau, ses tours en gradins, ses gros plis columellaires prolongés en dehors, former à elle seule un petit groupe parmi les Auricules ; malgré sa petite taille, elle se rapproche le plus des véritables Auricules, dont elle a tout à fait les ornements et les plis columellaires, lesquels se trouvent ici singulièrement exagérés. On en observe d'analogues dans l'*Auricula Dutemplei* Deshayes. Je connais deux exemplaires bien conservés de cette intéressante espèce ; le dedans de l'ouverture seulement est encore rempli d'une matière dure qui n'a pu être enlevée. Ce serait le plus ancien représentant connu du genre Auricula.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Coll. Jaccard. Coll. Renevier.

Genre CARYCHIUM, Müller.

Les Carychium sont de très-petites coquilles terrestres, dont on connaît plusieurs espèces vivantes et fossiles des terrains tertiaires. Aucune espèce n'a encore été citée à ma connaissance dans les couches du Purbeck ; une seule, très-rare, a été trouvée à Villers-le-Lac. Ces petites coquilles, facilement entraînées par les eaux, se rencontrent maintenant encore très-abondamment dans les alluvions des rivières.

Carychium Brotianum, de Loriol.

(Pl. II, fig. 6.)

Dimensions.

Longueur totale	3	mill.
Diamètre.	1 ½	»

Testa fusiformis imperforata, lævigata. Anfractus 5 vel 6 convexi, celeriter crescentes. Apertura angusta, supra angulata, ringens, labro bidentato, calloso, collumellâ biplicatâ, plicâ superiore majore.

Coquille allongée, fusiforme, imperforée, paraissant entièrement lisse. Spire composée de 5 ou 6 tours convexes, croissant rapidement, séparés par des sutures assez marquées. Ouverture étroite, anguleuse au sommet, fortement dentée. Labre épaissi, bidenté. Columelle portant deux plis, le supérieur paraît se prolonger dans l'intérieur.

Rapports et différences. Cette espèce se rapproche, par sa spire allongée et fusiforme, de quelques espèces du bassin de Paris, *Carychium Michelini* Boissy et *Carychium Michaudi* Boissy ; elle s'en distingue facilement par son ouverture plus étroite, plus resserrée, et son labre bidenté.

Localité. Villers-le-Lac. Coll. Jaccard. Très-rare.

Genre PHYSA, Draparnaud.

On ne connaît pas encore de Physe plus ancienne que les deux espèces qui ont été trouvées dans les couches d'eau douce infra-crétacées. L'une de celles-ci a été décrite par M. Coquand; elle se retrouve à Villers-le-Lac. L'autre, des couches du Purbeck d'Angleterre, a été nommée mais non décrite par le professeur E. Forbes. On retrouve un assez grand nombre de Physes dans les terrains tertiaires; beaucoup d'espèces vivent actuellement dans les eaux douces de la plupart des contrées du globe.

Physa Wealdiana, Coquand.

(Pl. II, fig. 7 et 8.)

Synonymie.

Physa Wealdiana. Coquand, 1855. Mém. de la Société d'Émulation du Doubs, 2me série, vol. VII, p. 47, pl. 5, fig. 12 et 13.
Id. *Id.* Coquand, 1859. Mém. de la Soc. d'Émul. du Doubs, 3me série, vol. III, p. 48.
Id. *Id.* Heer, 1864. Die Urwelt der Schweitz, p. 218.
Id. *Id.* Waagen, 1864. Der Jura, p. 232.

Dimensions.

Longueur du seul exemplaire complet.	26 mill.
Diamètre du dernier tour	de 8 à 11 mill.

Testa sinistrorsa, elongata, tenuis, lævigata aut plicis incrementi leviter rugata. Spira elongata, acuta. Anfractus sex convexiusculi suturis profundis separati, ultimo majore, elongato, haud inflato. Apertura spiræ longitudinem vix æquans, elongata, angusta ad basin paulo dilatata et rotundata, summâ parte angulata, labro simplici, ad basin reflexo, columellâ contortâ.

Coquille allongée, enroulée à gauche, lisse ou ridée par quelques plis d'accroissement. Spire allongée, aiguë au sommet, composée de six tours convexes ou légèrement déprimés, croissant régulièrement ; le dernier plus grand que les autres réunis, mais point sensiblement plus renflé et même un peu cylindrique. Sutures bien marquées. Ouverture allongée, à peine plus longue que le reste de la spire, anguleuse et très-rétrécie au sommet, arrondie et un peu dilatée à la base ; labre tranchant, réfléchi vers la base ; columelle assez fortement tordue.

Rapports et différences. Cette espèce se distingue facilement de la *Physa Bristowi* Forbes, décrite ci-après, par sa forme beaucoup plus élancée, sa spire bien plus longue, son angle spiral plus aigu, son dernier tour moins renflé, sa bouche proportionnellement beaucoup plus petite, etc.

Localités. Villers-le-Lac (Doubs), Chambrelien (canton de Neuchâtel), Baulmes (canton de Vaud), Vigneules, près du lac de Bienne, Charix, près Nantua.

Collections Jaccard, Renevier, Gilliéron, Lory.

Parmi les nombreux exemplaires de Physa du Purbeck, de Ridgway et d'Osmington, que M. O. Fisher a eu l'obligeance de me communiquer, quelques individus me paraissent pouvoir être rapportés avec certitude à la *Physa Wealdiana*.

Physa Bristovi, Forbes.

(Pl. II, fig. 9, 10 et 11.)

Synonymie.

Physa Bristovi. Forbes, in Sch. Mus. Pract. Geol. Lond.
Id. *Id.* Phillips, 1855. Manual of Geolog., p. 349, fig. 277.
Id. *Id.* Lyell, 1856. Manuel de Géologie. Trad. franç., 5me édit., tome I, p. 455, fig. 338.

Dimensions.

Longueur	de 9 à 21 mill.
Diamètre du dernier tour par rapport à la longueur, moyenne	0,50
Angle spiral	70°

Testa sinistrorsa, ovata, inflata, lævigata aut plicis incrementi leviter rugata. Spira brevis. Anfractus quinque convexi, rapide crescentes, ultimus maximus inflatus. Apertura, spiræ longitudinem multo superans, elongata, ad basin dilatata, summâ parte angulata, columellâ vix intortâ, labro simplici ad basin paululum reflexo.

Coquille senestre, ovale, renflée, lisse ou marquée de quelques rides d'accroissement. Spire très-courte, composée de cinq tours, croissant très-rapidement; les premiers légèrement convexes ; le dernier énorme, très-renflé. Ouverture allongée, beaucoup plus longue que la spire, dilatée à la base. Columelle très-légèrement torduc ; labre tranchant, un peu réfléchi à la base.

Rapports et différences. J'ai déjà indiqué, en décrivant la *Physa Wealdiana*, les différences qui la séparent de la *Ph. Bristowi*. Cette dernière s'en distingue avec une grande facilité; elle paraît abondante dans le Purbeck moyen d'Angleterre, d'où M. O. Fisher m'en a envoyé de nombreux individus en communication, parfaitement conservés. J'en ai fait représenter quelques-uns, pensant qu'il était utile de faire connaître cette espèce nommée par Forbes, mais qui n'avait jamais été décrite ni publiée par lui, et dont les dessins connus sont peu exacts. J'ai fait copier aussi un dessin de cette espèce, exécuté par M. Bone d'après les individus types du Mus. of Practical geol. de Londres, que je dois à l'obligeance de M. Bristow.

Localité. Villers-le-Lac. Deux petits fragments seulement, trouvés à Villers-le-Lac, me paraissent pouvoir être rapportés à cette espèce; ils sont trop imparfaits pour pouvoir être figurés et déterminés avec certitude, mais ils rendent extrêmement probable la présence de cette espèce dans cette localité, où de nouvelles recherches en feront peut-être découvrir des individus plus complets. Les individus que M. Sandberger a étiquetés sous le nom de *Ph. Bristowi* appartiennent à la *Physa Wealdiana*.

Genre PLANORBIS, Müller.

Les Planorbes vivent dans les eaux douces; elles sont nombreuses en espèces. On ne les connaît pas à l'état fossile avant l'époque du Weald; une espèce (*Pl. Jugleri*, Dunker) a été découverte par M. Dunker dans le Weald d'Allemagne, deux autres sont décrites ci-dessous. On en connaît une du « Purbeck » d'Angleterre; elle n'a pas encore été décrite.

Planorbis Loryi, Coquand.

(Pl. II, fig. 12.)

Synonymie.

Planorbis Loryi Coquand, 1855. Mém. de la Soc. d'Émulat. du Doubs, 2me série, vol VII, 1856, p. 47, pl. v, fig. 8—11.

Id. *Id.* Coquand, 1858. Mém. de la Soc. d'Émulat. du Doubs, 3me série, vol. III, p. 48.

Dimensions.

Diamètre maximum	9 mill.
Hauteur moyenne, par rapport au diamètre	0,22

Testa discoidalis, superne concava, inferne subplana, vix umbilicata, tenue striata. Anfractus 5 celeriter crescentes, tenuissime striati, bicarinati, unâ carinâ excavationem superam cingente, alterâ in anfractuum parte inferiore; anfractus ultimus obliquatus. Apertura triangularis.

Coquille discoïdale très-finement striée. Spire concave au sommet, légèrement ombiliquée; l'ombilic, très-large et peu profond, laisse voir tous les tours au nombre de cinq. Ceux-ci croissent assez rapidement, et sont séparés par des sutures profondes; le dernier est un peu oblique, et porte deux carènes: l'une circonscrit la concavité un peu en entonnoir de la face supérieure; l'autre est placée plus bas que le milieu du tour, et n'est bien visible que lorsqu'on regarde la coquille en dessous. Face inférieure assez aplatie. Bouche oblique, triangulaire. Péristome continu, un peu épaissi.

Dans les jeunes individus les tours sont plus étroits, la face supérieure est un peu plus concave, l'ombilic un peu plus profond; il paraît même circonscrit par une légère carène qui disparaît dans l'âge adulte. Les ornements consistent en stries très-fines, un peu sinueuses. Des bourrelets assez accentués indiquent les bouches provisoires.

Rapports et différences. Facile à reconnaître par ses tours bicarénés; cette espèce se distingue, en particulier, de la *Planorbis Jugleri* Dunker par sa face supérieure bien plus concave, ses tours de spire plus nombreux, pourvus de deux carènes, dont la seconde est placée plus bas, son ombilic moins profond, etc. Grâce à l'obligeance de M. O. Fisher, j'ai pu examiner plusieurs individus de la Planorbe du Purbeck d'Angleterre; elle se distingue essentiellement de la *Pl. Loryi* par ses tours non carénés autour de la concavité supérieure, ni au pourtour. J'ai cru devoir laisser aux auteurs anglais le soin de la nommer et de la décrire. Je n'en ai vu aucun individu provenant de Villers-le-Lac ou du Jura.

Localité. Villers-le-Lac. Assez abondante. Coll. Jaccard, Renevier. Vigneule et Alfermé, près du lac de Bienne (M. Gilliéron). Charix, près Nantua (M. Lory). M. Sautier l'a rencontrée dans les environs des Rousses.

Planorbis Coquandianus, de Loriol.

(Pl. II, fig. 13.)

Dimensions.

Diamètre maximum	3 ½ mill.
Hauteur par rapport au diamètre	0,54

Testa discoidalis, superne late concava, infra profunde umbilicata. Anfractus 4 sensim accrescentes, tenuissime striati, angusti, carinâ singulâ validâ, concavitatem superam cingente muniti. Apertura angusta semilunaris.

Coquille circulaire, assez haute, de petite taille, déprimée en dessus et en dessous. Tours de spire au nombre de quatre, très-étroits, très-enfoncés en dessus, très-finement striés, arrondis au pourtour et pourvus d'une carène très-saillante qui circonscrit exactement la face supérieure, laquelle se trouve entièrement concave, elle se prolonge sur la partie supérieure des deux premiers tours. Ombilic très-profond, un peu anguleux à son bord supérieur. Péristome semi-lunaire.

Rapports et différences. Je ne connais qu'un exemplaire de cette espèce ; il est assez bien conservé et très-facile à distinguer des jeunes individus du *Planorbis Loryi* par sa face supérieure entièrement concave, sa carène unique placée bien plus haut que la carène supérieure du *Pl. Loryi*, son ombilic beaucoup plus profond, son ouverture semi-lunaire, son pourtour arrondi.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Coll. Jaccard.

Genre PALUDINA, Lamark.

Les espèces de ce genre sont nombreuses et vivent dans les eaux douces de presque toutes les contrées du globe. On en connaît aussi un certain nombre à l'état fossile et on en a en particulier signalé plusieurs espèces, soit du Weald, soit des couches du Purbeck. Elles sont décrites dans les ouvrages de MM. Sowerby, Rœmer et Dunker. J'en connais deux espèces inédites des couches du Purbeck d'Angleterre ; elles ne se retrouvent point à Villers-le-Lac.

Paludina elongata, Sowerby.

Synonymie.

Paludina elongata. J. Sowerby, 1826. Mineral Conchol., pl. 509, fig. 1—3.
Id. *Id.* Fitton, 1833. A geological Sketch of Hastings, fig. 5.
Id. *Id.* Fitton, 1835. Strata-below the Chalk. Transact. of Geol Soc. London, 2me série, vol. IV (loc. plur.), et Sowerby in app. B, id. p. 363.
Id. *Id.* Dunker, 1846. Monogr. der deutschen Wealdbildung, p. 54, pl. x, fig. 9.
Id. *Id.* Bronn, 1848. Index pal., p. 901.
Id. *Id.* D'Orbigny, 1850. Prodrome, tome II, p 66.

Paludina elongata, Morris, 1854. Cat. of Brit. foss , 2me édit., p. 265.
Id. *Id.* Fischer, 1855. On the Purbeck strata of Dorsetshire. (Transact. of Cambr. Phil. Soc., vol. IX, part. IV), p. 14 et 15.
Id. *Id.* Pictet, 1855. Traité de Paléontologie, 2me édit., tome III, p. 50.
Id. *Id.* Sandberger, 1863. Leonhard und Bronn Jahrbuch, 1863, p. 815.

Dimensions.

Longueur.	12	mill.
Diamètre du dernier tour, environ . . .	7	»
Angle spiral, environ	45°	

Testa ovato elongata. Anfractus quinque, convexi, sensim crescentes, tenerrime striati, suturis profundis separati.

Coquille allongée. Spire composée de cinq tours très-convexes, croissant régulièrement, peu renflés, très-finement striés, séparés par des sutures profondes.

Rapports et différences. Je ne connais encore qu'un seul exemplaire de cette espèce, malheureusement assez mal conservé; l'ouverture, en particulier, est en fort mauvais état; toutefois cet individu, d'après sa forme générale, son mode d'accroissement, etc., me paraît pouvoir être rapporté avec une très-grande probabilité à la *Pal. elongata*. Cette espèce est voisine de la *Pal. fluviorum* Sow., dont la forme est moins élancée, l'ouverture plus arrondie, la taille souvent plus forte.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Très-rare. Collection Jaccard.

Paludina Sautieriana, de Loriol.

(Pl. II, fig. 15.)

Dimensions.

Longueur totale	5	mill.
Hauteur du dernier tour par rapport à la longueur. .	0,50	
Diamètre id. id. id. . . .	0,80	
Angle spiral.	68°	

Testa brevis, conica, vix rimata. Anfractus quinque, ultimus maximus, ventricosus, alii convexi, suturis profundis separati, in partem superiorem leviter depressi, sub lente striis spiralibus tenuissimis ornati; apertura maxima spiræ dimidiam partem æquans, supra paululum angulata, infra attenuata, columella crassa, recta, longitudinaliter sulcata.

Coquille courte, conique, renflée, à peine perforée. Spire composée de cinq tours convexes, un peu aplatis le long des sutures, qui sont profondes, le dernier est très-renflé, très-grand proportionnellement et légèrement anguleux près de l'ouverture.

La surface du test est couverte de stries longitudinales très-fines, visibles seulement à l'aide d'une forte loupe.

Ouverture très-grande, égalant en hauteur la moitié de la spire, un peu anguleuse en haut, atténuée et allongée vers la base ; la columelle est droite, épaisse, marquée d'un sillon longitudinal profond, le péristome continu ; le bord gauche est réfléchi de manière à couvrir presque entièrement la fente ombilicale ; le bord droit n'est pas parfaitement conservé. Un individu en mauvais état, mais qui me paraît pourtant appartenir à cette espèce, présente une zone d'une couleur plus claire à la partie inférieure du dernier tour.

Rapports et différences. Cette espèce se distingue facilement par sa forme conique, la dimension de son ouverture, sa columelle épaisse, droite et sillonnée ; elle ne peut être rapprochée, en particulier, d'aucune des Paludines décrites jusqu'à présent dans le Purbeck ou le Weald.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Collection Jaccard. Rare.

Genre BITHINIA, Gray.

Ce genre auquel nous donnons les limites que lui assigne M. Deshayes, comprend des petites coquilles fluviatiles dont les nombreuses espèces vivantes sont répandues dans presque toutes les eaux douces, quelques-unes cependant habitent les eaux saumâtres. Les espèces fossiles sont également nombreuses ; elles ont été déjà rencontrées dans le Weald, car plusieurs de celles qui ont été décrites par les auteurs allemands, et en particulier la *Paludina Rœmeri,* Dunker, me paraissent appartenir à ce genre.

Trois espèces ont été trouvées jusqu'ici dans les couches de Villers-le-Lac ; elles sont nouvelles.

Bithinia Dubisiensis, de Loriol.

(Pl. II, fig. 19.)

Dimensions.

Longueur des trois derniers tours	3	mill.
Diamètre du dernier tour	2	»
Angle spiral, environ	30°	

Testa ovata elongata. Anfractus lævigati, parum convexi, suturis profundis separati, ultimus basi rimatus. Apertura angusta, supra angulata, basi dilatata, peristomate continuo, simplici.

Coquille petite, ovale, allongée. Spire composée de tours réguliers, peu convexes, séparés par des sutures profondes, lisses, pourvus seulement de quelques plis d'accroissement; le dernier, qui est un peu plus ventru que les autres, présente une fente ombilicale assez marquée.

Ouverture plutôt petite, un peu oblique, étroite, anguleuse au sommet, arrondie et un peu dilatée à sa base; peristome continu, simple. Je ne connais encore qu'un individu bien caractérisé de cette espèce, auquel il manque malheureusement la partie supérieure de la spire; le reste est parfaitement bien conservé.

Rapports et différences. Cette petite espèce est assez facile à distinguer par sa forme allongée, ses tours peu convexes et son ouverture étroite, anguleuse au sommet; elle ne saurait, en particulier, être confondue avec aucune des espèces décrites dans le Weald ou le Purbeck.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Collection Jaccard.

Bithinia Chopardiana, de Loriol.

(Pl. II, fig. 18.)

Dimensions.

Longueur	2 ½ mill.
Diamètre	1 »

Testa minutissima, elongata, turrita. Anfractus sex convexi, suturis profundis separati, lævigati, regulariter crescentes, ultimus paululum inflatus, basi rimatus. Apertura parva, ovata, supra leviter angulata, peristomate continuo, simplici.

Coquille de très-petite taille, allongée, turriculée. Spire composée de six tours convexes, lisses, séparés par des sutures profondes; le dernier, légèrement renflé, est pourvu à sa base d'une fente ombilicale. Ouverture petite, régulièrement ovale, un peu rétrécie et canaliculée au sommet. Péristome continu, simple.

Rapports et différences. Cette petite espèce se rapproche de quelques espèces vivantes et surtout de la *B. intermedia* Desh. de l'époque tertiaire; elle s'en distingue cependant avec facilité par son ouverture proportionnellement plus large, son dernier tour plus convexe, plus ventru et perforé à la base.

Je l'ai dédiée à M. Chopard de Morteau, qui, le premier, a recueilli des fossiles à Villers-le-Lac. Elle vivait très-probablement dans des eaux saumâtres.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *a*. Collections Jaccard, Renevier. Rare.

Bithinia Renevieri, de Loriol.

(Pl. II, fig. 16—17.)

Dimensions.

Hauteur des trois premiers tours. . . . . 6 mill.
Diamètre du dernier tour. . . . . 3 »
(La longueur totale ne peut être donnée, aucun exemplaire n'étant complet.

Testa cylindrica, basi rimata. Anfractus planiusculi, suturis profundis separati, lævigati, ultimus ad basin subcarinatus. Apertura late ovata, supra paulo angustata et leviter canaliculata, ad extremitatem rotundata, peristomate continuo, simplici.

Coquille perforée, assez grande, dont la forme et les dimensions ne peuvent être précisées, les trois derniers tours de spire seulement étant conservés ; leur ensemble est presque parfaitement cylindrique ; ils sont aplatis, lisses, séparés par de profondes sutures ; le dernier est subcaréné autour de la fente ombilicale ; la surface est lisse ; on remarque seulement quelques plis d'accroissement irréguliers. Ouverture ovale, large, un peu anguleuse et légèrement canaliculée au sommet, arrondie à l'extrémité. Péristome continu ; bord gauche un peu réfléchi sur la fente ombilicale ; bord droit simple.

Il est très-probable que cette espèce, à en juger par sa forme presque cylindrique, avait la faculté, comme les Truncatelles, le Bulimus decollatus, etc., de se débarrasser dans l'âge adulte d'une partie de sa spire.

Rapports et différences. Cette espèce, par sa forme cylindrique et les caractères de son ouverture, se distingue facilement des autres Bithinies, parmi lesquelles elle forme un type remarquable.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Coll. Jaccard, Renevier. Rare ; j'en connais deux bons exemplaires.

Genre VALVATA, Müller.

Ce genre comprend un certain nombre de petites espèces qui vivent dans les eaux douces ; elles sont ombiliquées. Leur ouverture est arrondie et simple, leur opercule corné. Une espèce a déjà été citée dans le Purbeck d'Angleterre, mais non décrite ; elle se retrouve à Villers-le-Lac ; j'en ai à mentionner une autre. On connaît un certain nombre d'espèces tertiaires.

Valvata Loryana, de Loriol.

(Pl. II, fig. 20.)

Dimensions.

Longueur	4 ½ mill.
Diamètre	3 »
Angle spiral	42°

Testa elongato-turbinata, conoidea, apice acuta. Anfractus sex, convexiusculi, gradatim crescentes, suturis profundis separati, carinis spiralibus minimis regularibus circa 16 numero cingulati, ultimo anfractu, vix angulato, basi umbilicato. Apertura circularis, margine simplici.

Petite coquille allongée, turbinée, conique, ombiliquée. Spire aiguë à l'extrémité, composée de six tours convexes, croissant très-régulièrement sous un angle de 42°, séparés par des sutures profondes, ornés d'environ 16 petites carènes spirales régulières, fines, plus étroites que leurs intervalles. Le dernier tour, un peu anguleux à la base, n'est pas sensiblement plus renflé que les autres. Ouverture arrondie; péristome simple. Ombilic étroit.

Rapports et différences. Cette petite espèce, dont je connais quatre exemplaires, est d'une forme un peu insolite dans le genre Valvata. Elle se rapprocherait, à cet égard, de la *Valvata alta* Desh., dont l'angle est plus ouvert et la surface lisse; elle est remarquable par sa forme allongée et conique, la régularité de sa croissance et les nombreuses petites carènes dont elle est ornée; elle présente quelques rapports avec certaines Paludines, entre autres avec la *Paludina sulcata* Soul., espèce vivant à Ceylan. Cependant l'ensemble de ses caractères me fait juger que c'est bien parmi les Valvées qu'elle doit prendre sa place.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Coll. Jaccard.

Valvata helicoides, Forbes.

(Pl. II, fig. 21—24.)

Synonymie.

Valvata helicoides. Forbes in Sched. Mus. Geol. prat. Lond.
Id. *Id.* Fischer, 1855. On the Purbeck strata of Dorsetshire, p. 27 (in Trans. Cambr. Philos. Soc., vol. IX, part. IX).

Dimensions.

Diamètre	3 ½ mill.
Hauteur par rapport au diamètre	0,73 à 0,86

Testa turbinato depressa vel sub discoidalis. Anfractus quinque convexi, suturis profundis separati, sub lente tenuissime transverse striati, rapide crescentes, ultimus magnus, convexus, basi profunde umbilicatus. Apertura circularis, marginibus simplicibus continuis.

Coquille déprimée, plus large que haute, subdiscoïdale, largement ombiliquée. Spire composée de cinq tours très-convexes, très-finement striés en travers, séparés par de profondes sutures, croissant très-rapidement ; le dernier est très-grand et très-convexe. Ouverture parfaitement arrondie, à bords simples. La forme normale est subdiscoïdale et largement ombiliquée ; quelques individus sont presque turbinés, et conséquemment leur ombilic se rétrécit, et la base du dernier tour devient plus convexe. Ces modifications de forme, qui se relient par des passages insensibles, se retrouvent dans d'autres espèces et en particulier dans la *Valvata piscinalis* vivant actuellement dans les eaux douces de l'Europe.

Rapports et différences. Cette espèce, nommée autrefois par Forbes dans quelques musées et collections d'Angleterre, n'a jamais été publiée, et se trouve seulement mentionnée dans l'ouvrage de M. O. Fisher. M. Bristow a eu la bonté de m'envoyer un dessin du type de cette espèce, exécuté par M. Bone, et parmi les fossiles du Purbeck d'Angleterre que M. O. Fisher a bien voulu me communiquer, j'ai eu le plaisir d'en trouver un grand nombre d'exemplaires parfaitement conservés. Comme elle est également commune à Villers-le-Lac, j'ai pu comparer exactement des individus de ces deux localités et m'assurer de leur identité parfaite soit entre eux, soit avec le dessin de M. Bone.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Commune. Coll. Jaccard, Renevier. — Alfermé, Vigneules, au bord du lac de Bienne. Coll. Gilliéron.

En Angleterre elle est très-commune à Ridgway, dans les couches du Purbeck moyen et inférieur.

Genre CERITHIUM, Brug.

Il n'a encore été décrit aucune espèce de Cerithe provenant des couches de Purbeck ou de Weald; c'est là un fait qui doit surprendre, puisque ce genre existait à une époque bien plus ancienne et que plusieurs espèces, celles entre autres dont on a formé le genre Potamides, vivent actuellement dans les eaux saumâtres à l'embouchure des fleuves.

On n'a encore rencontré à Villers-le-Lac qu'une seule espèce de Cerithe; elle y est fort rare.

Cerithium Villersense, de Loriol.

(Pl. III, fig. 1.)

Dimensions.

Longueur (donnée par l'angle)	10	mill.
Diamètre du dernier tour	2 1/2	»
Angle spiral	19°	

Testa elongato turrita; anfractus augusti, planiusculi, ultimus ad basin angulatus, omnes infra, suturam versus depressi et subangulati, regulariter crescentes, spiraliter costati, costis latis parum elevatis. Apertura haud bene conservata, canali brevi fere omnino clauso.

Coquille allongée, turriculée. Spire croissant sous un angle très-régulier, probablement aiguë; l'extrémité est brisée dans les individus que j'ai sous les yeux; tours étroits, plans, anguleux, puis déprimés le long des sutures, celles-ci sont bien accentuées, le dernier est anguleux à la base, tous sont ornés de petites côtes spirales peu saillantes. Ouverture arrondie; bord droit mal conservé; canal court, ouvert dans le jeune âge, presque entièrement fermé dans l'âge adulte, à la manière du *Cer. sulcatum* Brug.

Rapports et différences. Cette espèce est facile à distinguer, et je n'ai aucun doute qu'elle n'appartienne bien au genre Cerithium; un individu jeune, qui ne me paraît pas pouvoir en être séparé, a les tours de spire un peu plus convexes et le canal ouvert.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *a*. Coll. Jaccard, Renevier.

Genre TURRITELLA, Lamark.

Ce genre, très-nombreux en espèces répandues actuellement dans toutes les mers, compte déjà plusieurs représentants dans l'époque jurassique; une seule espèce a été signalée dans le Weald d'Allemagne, la *T. minuta*, Koch et Dünker; elle ne se retrouve pas à Villers-le-Lac, où j'ai en revanche à indiquer une espèce nouvelle.

Turritella Gillieroni, de Loriol.

(Pl. III, fig. 2.)

Dimensions.

Longueur approximative donnée par l'angle	9	mill.
Diamètre du dernier tour	3	»
Angle spiral	22°	

Testa elongato turrita. Anfractus angusti, numerosi, regulariter crescentes, lævigati, medio depressi, ad suturas elevati, ultimus angulatus; apertura subquadrata.

Coquille allongée, turriculée. Le nombre des tours de spire n'a pu être déterminé, l'extrémité étant brisée; les quatre qui subsistent sont creusés au milieu, relevés en haut et en bas, de manière à former un bourrelet le long des sutures, lisses, étroits; le dernier est fortement anguleux à la base. Ouverture subquadrangulaire.

Rapports et différences. Je ne connais encore que deux individus de cette espèce, qui se distingue facilement par ses tours creusés au milieu, sa bouche subquadrangulaire et le bourrelet qui accompagne ses sutures; ces caractères la séparent nettement de la *Turritella minuta* Koch et Dunker, assez imparfaitement connue, mais caractérisée par ses tours très-convexes, ornés de côtes longitudinales.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *a*. Rare. Coll. Renevier, Jaccard.

Genre NERITINA, Lamark.

Les espèces vivantes de ce genre sont extrêmement nombreuses. La plus grande partie d'entre elles vivent dans les eaux douces, d'autres dans les eaux saumâtres, quelques-unes même paraissent tout à fait marines. La plus ancienne Néritine connue a été trouvée dans le lias par M. Dunker; elles sont abondantes dans les terrains tertiaires. Une espèce a été rencontrée dans le Weald, la *N. Fittoni*, Mantell, de Tilgate et Tunbridge Wells; une espèce dans le « Serpulit » d'Allemagne; elle se retrouve à Villers-le-Lac; une espèce est citée dans les « Purbeck beds » d'Angleterre (*Fisher, Purbeck strata of Dorsetshire*, p. 16), mais elle n'est pas encore décrite; M. Fisher a bien voulu m'en communiquer quelques

individus; elle est de petite taille, 4 millim. de haut et 5 millim. de diamètre, ovale, très-convexe, à spire courte, mais bien saillante; sa surface est couverte de petites flammules brunes.

Neritina Veldiensis, Rœmer.

(Pl. III, fig. 3.)

Synonymie.

Nerita Veldiensis. Rœmer, 1839. Norddeutsch. Oolith. Nachtrag., p. 46, pl. xx, fig. 11.
Neritina Valdensis. Dunker, 1846. Norddeutsch. Weald, p. 48.

Dimensions.

Longueur totale du plus grand individu	10 mill.
Diamètre du dernier tour, id.	9 ½ »

Testa ovata; spira minima prominula. Anfractus tres, ultimo maximo, læves, convexi in parte superiore paululum depressi; apertura semicircularis, superne angulata, canaliculata, inferne dilatata, columella callosa, acuta, callositas angusta, medio latiore, infra, depressione elongatâ notata.

Coquille ovale, presque aussi large que longue, à spire plus ou moins saillante. Les tours de spire sont au nombre de trois; les deux premiers très-petits, lisses, convexes, légèrement déprimés vers le sommet. Ouverture semi-circulaire, aiguë et fortement canaliculée au sommet, dilatée à la base; la columelle est calleuse, tranchante, et présente quelques traces de denticulations; la callosité, étroite en haut, s'élargit au milieu, se creuse et se déprime assez fortement dans sa partie inférienre, « *comme si elle devait cacher un ombilic,* » ainsi que le dit très-bien Rœmer. Le labre paraît épaissi.

Un individu de petite taille présente une spire un peu plus enveloppante.

Rapports et différences. Cette Néritine, qui présente quelque ressemblance avec certaines espèces vivantes, se distingue à première vue de la *Ner. Fittoni* Mantell par ses tours lisses et non carénés, sa spire proéminente, etc. La figure de Rœmer est mauvaise, mais l'espèce de Villers-le-Lac, dont j'ai des individus très-bien conservés sous les yeux, correspond parfaitement avec sa description, et son identité me paraît complète avec la Néritine d'Allemagne. M. Sandberger, qui a eu l'occasion de l'examiner, s'est aussi prononcé dans le même sens.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Assez abondante. Collection Jaccard, Gilliéron.

Genre CORBULA, Brug.

Les espèces de ce genre sont très-répandues dans les diverses formations géologiques. On en connaît une de l'époque du trias. Elles sont abondantes dans les mers actuelles, quelques-unes vivent dans les eaux saumâtres, d'autres, appartenant au sous-genre Potamomya, se trouvent dans des eaux presque douces à l'embouchure de certains grands fleuves d'Amérique. Sowerby a décrit une espèce de Corbule, la *Corbula alata*, du Weald d'Angleterre; elle se retrouve en Allemagne; nous ne la connaissons d'aucune localité du Jura. MM. Rœmer et Dunker en ont fait connaître trois autres espèces des couches du Weald et du Purbeck d'Allemagne, dont l'une se retrouve décrite ci-dessous. Une espèce, nouvelle jusqu'ici, est abondante à Villers-le-Lac.

Corbula Forbesiana, de Loriol.

(Pl. III, fig. 5, 6 et 7.)

Dimensions.

Longueur,	moyenne		6 mill.
Largeur,	id.	par rapport à la longueur. . .	0,74
Épaisseur,	id.	par rapport à la longueur. . .	0,55

Testa inæquivalvis, parum inæquilateralis, ovalis, crassa, lævigata, aut aliquantulum rugata. Valva sinistra minor; regio buccalis paulo brevior, rotundata; regio analis ad extremitatem rotundata, aut leviter truncata, nec producta, nec carinata, margo pallealis regulariter arcuatus, medio paululum inflexus. Umbones parvi, extremitatem analem versus leviter carinati.

Coquille inéquivalve, légèrement inéquilatérale, ovale, épaisse, un peu aplatie sur les flancs, lisse ou pourvue de quelques rides d'accroissement peu marquées. Valve droite plus grande, un peu plus bombée. Région buccale un peu plus courte, arrondie. Région anale arrondie à son extrémité, ou légèrement tronquée. Bord palléal de la valve droite, régulièrement arqué, débordant presque partout la valve gauche. Crochets petits, légèrement carénés du côté anal. La charnière de la valve droite est visible, elle présente une petite dent cardinale accompagnée d'une fossette relativement large et triangulaire.

Rapports et différences. Je n'ai pu me procurer des exemplaires authentiques de la *Corbula alata* Sow. d'Angleterre ; je ne connais donc cette espèce que par les figures et les descriptions assez brèves qui en ont été données, mais elle paraît très-différente de la *Corb. Forbesiana* ; celle-ci, en effet, est plus équilatérale ; sa région anale n'est point prolongée ni sensiblement rétrécie ; elle est à peine tronquée, presque toujours arrondie à son extrémité, et ne présente aucune trace de carène; en outre, son bord palléal n'est nullement sinueux vers l'extrémité anale. M. Renevier m'a communiqué de nombreux exemplaires d'une Corbule qu'il a recueillie dans les couches de Purbeck de la baie de Swanage ; il me paraît impossible de la distinguer de la *C. Forbesiana.*

Localité. Villers-le-Lac. Couche *a*. Abondante. Coll. Jaccard, Renevier. — Lignières, près du lac de Bienne. Coll. Gilliéron.

Corbula inflexa (Rœmer) Dunker.

(Pl. III, fig. 8—9.)

Synonymie.

Nucula inflexa. Rœmer, 1836. Norddeutsch. Oolith., p. 100, pl. VI, fig. 15 (moule intérieur).
Id. Id. Koch et Dunker, 1837. Beiträge Nordd. Oolith., p. 44 (sans description), pl. V, fig. 6 *c*.
Nucula sulcosa. Rœmer, 1839. Oolith. Nachtrag, p. 36, pl. XIX, fig. 7.
Pholadomya parvula. Cornuel, 1841. Mémoires de la Société géol. de France, tome IV, 2me part., p. 288, pl. XV, fig. 8.
Corbula inflexa. Dunker, 1846. Monogr. der Norddeutsch. Wealdbildung, p. 46, pl. XIII, fig. 16 et 17.
Id. Id. Bronn, 1848. Index pal., p. 335.
Leda inflexa. D'Orbigny, 1850. Prodrome, tome I, p. 275.
Nucula inflexa. D'Archiac, 1851. Histoire des Progrès de la géologie, tome IV, p. 440.
Id. Id. Coquand, 1858. Mém. sur le Purbeckien des deux Charentes, in Mém. de la Société d'Émulation du Doubs, 3me série, tome III, p. 13 et passim.
Corbula inflexa. Credner, 1863. Gliederung des Ober. Jura und Weald in N. W. Deutschland, p. 67 et passim.

Dimensions.

Longueur	9 mill.
Largeur, par rapport à la longueur.	0,55
Longueur du côté anal, par rapport à la longueur . . .	0,61

Testa elongata, subtrigona, inæquilateralis, concentrice dense sulcata. Regio buccalis brevis, rotundata; regio analis ad extremitatem attenuata, plicâ ab umbone ad extremitatem decurrente, munita. Margo pallealis arcuatus, margo cardinalis leviter inflexus.

Coquille allongée, subtrigone, inéqui-latérale, couverte de sillons concentriques profonds, serrés et réguliers. Région buccale courte, arrondie. Région anale allongée.

atténuée à l'extrémité ; on y remarque un pli oblique très-arrondi, partant du crochet et atteignant l'extrémité ; il est accompagné de deux dépressions, et moins accentué sur la valve droite que sur la gauche. Bord palléal régulièrement arrondi ; bord cardinal légèrement arqué.

Le moule intérieur ne présente pas de traces des stries, mais porte de gros plis d'accroissement ; le pli et les dépressions anales sont encore visibles quoique très-atténuées ; la figure citée de Rœmer le représente très-exactement.

Rapports et différences. Cette espèce très-caractéristique a été parfaitement décrite et figurée par M. Dunker, qui, ayant pu en étudier la charnière, a constaté que c'était bien une Corbule et non une Nucule, comme l'avait d'abord pensé M. Rœmer ; le même auteur a reconnu qu'elle se trouvait dans le Serpulit et que c'était par erreur que M. Rœmer l'indiquait comme se trouvant associée à l'*Ammonites Blagdeni* Sow. Je ne connais qu'une valve droite de cette espèce ayant conservé son test ; elle est parfaitement conservée, et il ne saurait y avoir de doute sur son identité avec l'espèce d'Allemagne. Les moules intérieurs, entièrement semblables à la figure de Rœmer, sont abondants dans les bancs saccharoïdes des Dolomies dites portlandiennes à Villers-le-Lac. L'examen de la figure de la *Pholadomya parvula* de M. Cornuel me donne la conviction qu'il s'agit ici également de la *Corbula inflexa* ; le pli anal n'est pas marqué, il est vrai, mais il faut observer qu'il est parfois peu sensible, et que les figures de M. Cornuel sont dessinées d'après des empreintes prises avec de la cire à cacheter. Mon opinion est encore confirmée par le fait que l'auteur indique la présence d'une dent cardinale sur un moule intérieur de sa *Pholadomya parvula*.

Localités. Charix, près Nantua (individu avec le test), où elle a été recueillie avec *Planorbis Loryi*, *Physa Wealdiana* par M. Lory, qui a eu l'obligeance de me la communiquer. Moules intérieurs à Villers-le-Lac, abondants dans les Dolomies dites Portlandiennes. Coll. Jaccard.

Genre CYRENA, Lamark.

Les Cyrènes peuplent aujourd'hui les eaux douces des pays chauds ; une seule espèce se trouve en Europe dans quelques ruisseaux de la Sicile. Elles apparaissent de bonne heure dans les formations géologiques ; les couches de Weald et du Purbeck en renferment en particulier un grand nombre. Huit espèces ont été décrites en Angleterre par Sowerby (Min. Conch. et Trans. Geol. Soc., vol. IV, in Fitton), trente-cinq autres

provenant du Weald et deux du groupe du Purbeck d'Allemagne sont consignées dans les ouvrages de MM. Roemer (Oolith. et Nachtrag), Koch et Dunker (Beiträge zur N. deutschen Oolith.), Dunker (Norddeutsche Wealdform.). Deux espèces ont été trouvées à Villers-le-Lac; elles sont nouvelles, et, comme la plupart de celles du Weald, ne présentent que deux dents à la charnière.

Cyrena Pidancetiana, de Loriol.

(Pl. III, fig. 10.)

Dimensions.

Longueur			14 mill.
Largeur, par rapport à la longueur.			0,96
Longueur du côté anal	id.	id.	0,62
Épaisseur	id.	id.	0,64
Angle apical			104°

Testa subquadrangularis, tenuissime concentrice striata, regio buccalis brevis, rotundata, regio analis longior, lata, ad extremitatem abrupte truncata et carinata. Margo pallealis leviter arcuatus. Umbones minimi, non decorticati. Cardo in valvâ sinistrâ dentibus duabus parvis munitus, duabusque lateralibus, elongatis, striatis.

Coquille subquadrangulaire, peu inéquilatérale, légèrement aplatie sur les flancs, ornée de fines stries concentriques. Région buccale arrondie. Région anale plus longue, brusquement tronquée à son extrémité, qui est carrée. Une carène saillante partant des crochets va se terminer au sommet de l'angle presque droit formé par le bord palléal et l'extrémité anale. Angle apicial peu ouvert. Crochets petits, peu recourbés. Charnière formée dans la valve gauche de deux dents cardinales très-petites et de deux dents latérales très-longues et striées. Nymphes courtes et saillantes. Test épais.

Rapports et différences. Cette jolie petite espèce, dont j'ai entre les mains deux individus bien conservés, se distingue facilement par sa forme presque quadrangulaire, peu inéquilatérale, sa région anale remarquablement tronquée et carénée, son angle apicial relativement peu ouvert. Ces caractères la séparent, en particulier, de la *Cyrena* (Cyclas) *media* Sow., qui est bien plus inéquilatérale, et dont la région anale est plus allongée, tronquée obliquement et ne présente aucune trace de carène. Je ne vois aucune des nombreuses espèces du Weald d'Allemagne qui puisse être confondue avec celle-ci. Elle diffère également de deux ou trois espèces inédites du Purbeck d'Angleterre que j'ai eu l'occasion d'examiner.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *b*. Rare. Coll. Jaccard.

Cyrena Villersensis, de Loriol.

(Pl. III, fig. 11.)

Dimensions.

Longueur	6 mill.
Largeur, par rapport à la longueur	0,91
Longueur du côté buccal, id. id.	0,54
Angle apicial	98°

Testa parva, rotundata, paulo inæquilateralis, solida. Regio buccalis, longior, rotundata, paullulum dilatata. Regio analis brevis, ad extremitatem truncata. Margo pallealis, regulariter arcuatus. Cardo crassus, robustus, dentibus cardinalibus duobus munitus, duobusque lateralibus parvis.

Coquille de petite taille, peu inéquilatérale, arrondie, solide ; la surface paraît corrodée ; on ne peut y distinguer aucun ornement, sauf quelques rides concentriques. Région buccale plus longue que l'anale, arrondie et un peu dilatée à son extrémité. Région anale courte et tronquée. Bord cardinal régulièrement arqué du côté anal, évidé du côté buccal. Bord palléal régulièrement arrondi. Crochets petits, assez contournés. Charnière épaisse, solide, composée de deux dents cardinales, dont l'une, celle qui se dirige du côté anal, est très-saillante, et de deux dents latérales peu élevées. Test très-épais.

Rapports et différences. Je ne connais qu'une valve de cette petite Cyrène, mais elle est trop bien conservée pour que j'aie cru devoir la passer sous silence, l'épaisseur de son test excluant l'idée qu'elle pût appartenir à un jeune individu. Elle ne me paraît pouvoir être confondue avec aucune autre. La *Cyclas parva* Sow. seulement présente quelques rapports avec elle, mais notre espèce s'en distingue au premier abord par la longueur de sa région buccale et son extrémité anale tronquée. La *Cyrena lentiformis* Rœmer, qui s'en rapproche aussi, en diffère par sa région anale plus longue, son bord cardinal évidé du côté anal. Il serait bien à désirer que la découverte de nouveaux individus vienne la faire connaître plus complétement.

Localité. Villers-le-Lac. Coll. Jaccard.

Genre CARDIUM, Linné.

On connaît des Cardium de presque toutes les époques géologiques, en commençant par les plus anciennes, et les espèces vivantes apparte-

nant à ce genre sont très-nombreuses. La plupart d'entre elles sont marines, mais il y en a qui vivent dans les eaux saumâtres, quelques-unes même se tiennent dans des eaux tout à fait douces et remontent dans les grands fleuves jusqu'à une certaine distance de leur embouchure. Forbes a signalé quelques espèces de Cardium dans les couches du Purbeck d'Angleterre; mais aucune n'a encore été publiée, et il m'a été impossible d'obtenir sur elles quelques renseignements précis. Une seule espèce a été rencontrée à Villers-le-Lac.

Cardium Purbeckense, de Loriol.

(Pl. III, fig. 12, 13, 14, 15 et 16.)

Dimensions.

Individus de Villers-le-Lac.

Longueur.	7 mill.
Largeur, par rapport à la longueur	0,85
Longueur de la région anale, id.	0,57

Individus du Purbeck d'Angleterre

Longueur.	de 7 à 13 mill.
Largeur, par rapport à la longueur	de 0,80 à 0,90
Longueur de la région anale, id.	0,53

Testa parva, rotundata, inæquilateralis. Regio buccalis brevior, rotundata aut paulo angulata, regio analis ad extremitatem truncata, valde carinata, carinâ ab umbone ad marginem pallealem descendente, costis radiantibus 10–15 sequentibus, superficies altera valvarum tenue concentrice sulcata. Margo pallealis regulariter inflexus. Umbones paulo inflati. Cardo dentibus cardinalibus duobus approximatis munitus.

Coquille petite, arrondie, inéquilatérale, presque aussi large que longue. Région buccale plus courte, arrondie ou légèrement anguleuse. Région anale tronquée à son extrémité, et munie d'une carène saillante qui part du sommet des crochets et va se terminer au point où le bord palléal joignant la troncature anale détermine un angle très-marqué; dix à quinze côtes rayonnantes un peu sinueuses et bien marquées suivent cette carène ; elles sont croisées par des stries concentriques extrêmement fines et invisibles à l'œil nu. Le reste des valves est couvert de sillons concentriques plus ou moins fins, réguliers et nombreux, dont les intervalles s'élargissent en s'approchant du bord palléal; celui-ci est régulièrement arqué. Crochets assez saillants, un peu renflés et contournés. Charnière pourvue de deux petites dents cardinales rapprochées.

Rapports et différences. Cette jolie petite espèce fait partie du groupe des Protocardium de M. Beyrich ; elle se distingue facilement. M. Forbes cite quelques espèces du Purbeck d'Angleterre et une, en particulier, appartenant au même groupe, dont il ne donne point le nom. Elles n'ont jamais été publiées. M. Morris cite trois de ces noms, mais sans indiquer où il les a trouvés. M. Bristow, qui a bien voulu faire quelques recherches à ce sujet, n'a pu en découvrir aucune trace ; peut-être ces noms existent-ils seulement sur les étiquettes de quelques collections particulières. En revanche, je retrouve l'espèce de Villers-le-Lac parmi les fossiles du Purbeck d'Angleterre que M. O. Fisher m'a communiqués. J'ai pu en examiner de nombreux exemplaires très-bien conservés, provenant de Ridgway, du banc 122 de la coupe de M. Fisher ; ils offrent absolument les mêmes caractères que ceux de Villers ; quelques-uns seulement ont une taille plus forte, et présentent alors un nombre un peu supérieur de côtes rayonnantes.

Localité. Cette espèce a été trouvée par M. Jaccard dans les couches marneuses (probablement *a*) à Villers-le-Lac ; il est très-intéressant de la retrouver dans les couches inférieures, dans le banc saccharoïde des Dolomies portlandiennes, où M. Jaccard en a recueilli plusieurs exemplaires incontestables associés à la *Corbula inflexa* Rœmer.

Genre LITHODOMUS, Cuvier.

On connaît déjà une espèce de Lithodome du Weald d'Allemagne, la *Modiola lithodomus*, Koch et Dunker ; on en retrouve une autre, quoique très-rarement, à Villers-le-Lac. Les espèces vivantes, toutes marines, perforent les rochers et les vases durcies pour s'y loger.

Lithodomus Sandbergianus, de Loriol.

(Pl. III, fig. 17 et 18.)

Dimensions.

Longueur.	5 ½ mill.
Largeur, par rapport à la longueur.	0,45
Épaisseur, id. id.	0,45

Testa minima, elongata, cuneiformis, inflata. Regio buccalis brevissima, rotundata. Regio analis attenuata, ad extremitatem abrupte truncata. Regio cardinalis impressa, margo cardinalis rectus, margo pallealis leviter arcuatus. Umbones parvuli inflati.

Coquille de petite taille, allongée, cunéiforme, ses flancs sont renflés dans la région cardinale, et diminuent ensuite très-régulièrement d'épaisseur. Région buccale courte et arrondie. La région anale se rétrécit légèrement et très-graduellement jusqu'à son extrémité, brusquement tronquée à angle droit. Région cardinale très-enfoncée; bord cardinal droit jusqu'à l'extrémité. Bord palléal légèrement arqué. Crochets petits mais renflés, écartés. La surface de la coquille paraît tout à fait lisse.

Rapports et différences. Au premier abord, j'avais pensé pouvoir rapporter cette espèce à la *Modiola lithodomus* Koch et Dunker, me conformant en cela à l'opinion de M. Sandberger, qui avait eu l'occasion de l'examiner. Toutefois, une étude attentive m'a fait trouver des différences assez fortes pour qu'il ne me paraisse pas possible de réunir l'espèce de Villers-le-Lac à celle d'Allemagne. En effet, la *M. lithophagus* est bien moins renflée; son extrémité anale est dilatée et très-arrondie; sa région cardinale n'est point enfoncée; le bord cardinal est anguleux; les crochets sont moins renflés et bien plus rapprochés. Ces différences me paraissent trop importantes pour n'y voir que de simples modifications individuelles, et suffisent pour justifier l'établissement d'une espèce nouvelle. Je ne connais encore que deux exemplaires de cette espèce, mais ils sont très-bien conservés.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *a*. Coll. Jaccard.

Genre GERVILLIA, Defrance.

Toutes les Gervilies sont fossiles et se rencontrent associées à des espèces marines. Une petite espèce seulement, appartenant probablement à ce genre, a été rencontrée dans les couches saumâtres de la formation wealdienne de l'Allemagne; elle paraît se retrouver à Villers-le-Lac.

Gervillia arenaria, Rœmer.

Synonymie.

Gervillia arenaria. Rœmer, 1839. Oolith. Nachtrag, p. 31, pl. XVIII, fig. 33.
Avicula arenaria. Dunker, 1846. Nordd. Weald., p. 24, pl. XIII, fig. 20 *a*.
Id. *Id.* Bronn, 1848. Index, p. 137.
Gervillia arenaria. Sandberger, 1863. Bronns Jahrbuch, 1863, p. 814.

Je ne connais que quelques fragments appartenant à cette espèce; il n'est donc pas possible d'en donner une description détaillée; ils paraissent toutefois se rapporter à

l'espèce d'Allemagne, dont on a de bonnes figures. M. Sandberger, qui a eu les individus de Villers-le-Lac entre les mains, n'a pas hésité non plus à faire ce rapprochement. M. Dunker a reporté l'espèce dans le genre Avicula. La charnière de l'un des individus, que j'ai sous les yeux, montre des traces évidentes de fossettes, qui paraissent justifier le classement de cette espèce, par Rœmer, dans le genre Gervillia. Ce n'est, du reste, qu'avec doute que j'inscris cette espèce.

FORAMINIFÈRES

ORDRE DES HÉLICOSTÈGUES.

Genre NONIONINA, d'Orbigny.

Deux espèces de foraminifères, dont l'une est remarquable par sa grande taille, ont été recueillies par M. Jaccard à Villers-le-Lac, dans les bancs à Corbula, couche *a*. Elles appartiennent suivant toute probabilité au genre Nonionina ; toutefois je n'ai pu arriver dans cette détermination à une certitude complète, parce qu'il ne m'a pas été possible de distinguer exactement la place et la forme de l'ouverture.

Les Nonionines actuellement vivantes sont essentiellement marines.

Nonionina Jaccardi, de Loriol.

(Pl. III, fig. 19.)

Dimensions.

Diamètre	3	mill.
Épaisseur	1 3/4	»

Testa rotundata, inflata, loculis septem convexis, lævigatis, suturis profundis separatis, umbilico lato.

Coquille arrondie, assez renflée, entièrement lisse. Loges au nombre de sept, enroulées en spirale très-régulière et sur un même plan. Leur pourtour externe est parfaitement arrondi; elles sont séparées par des sutures très-marquées qui forment

comme autant d'étranglements, et se réunissent toutes au centre en se déprimant, de manière à figurer un ombilic assez profond et évasé. L'ouverture n'est pas visible; cependant, un individu dont les dernières loges sont brisées permet d'apercevoir une impression qui paraît en indiquer la place, il est probable qu'elle se trouvait bien sur le retour de la spire et était unique comme dans les vraies Nonionines.

Localité. Villers-le-Lac. Couche *a*. Très-rare. Coll. Jaccard.

Nonionina Villersensis, de Loriol.

(Pl. III, fig. 20.)

Dimensions.

Diamètre . . . . . 1 ½ mill.
Épaisseur. . . . . ¼ de mill.

Testa rotundata, compressa, loculis numerosis ad peripheriam leviter compressis nec carinatis, umbilico angusto.

Coquille arrondie, très-déprimée, entièrement lisse. Loges nombreuses, je n'ai pu les compter exactement. Enroulées sur un même plan en spire régulière, légèrement renflées sur les flancs, amincies à leur pourtour externe mais nullement carénées, elles sont séparées par des sutures peu visibles sur les flancs, paraissant plus profondes au pourtour, sans toutefois présenter des étranglements bien marqués. Ombilic étroit, mais régulier et bien défini.

Rapports et différences. Ce n'est qu'incomplétement que j'ai pu étudier cette espèce; aussi ne suis-je point certain qu'elle appartienne bien au genre Nonionina. Je n'ai pas cru cependant devoir la passer sous silence, à cause de la rareté des foraminifères dans la formation du Purbeck. Son pourtour arrondi et sans carène l'éloigne des Cristellaires et des Robulines, et il me paraît extrêmement probable que c'est bien une Nonionina. On peut espérer la découverte d'exemplaires bien conservés, car elle paraît assez abondante à Villers-le-Lac; une petite plaquette des couches à Corbules en est remplie. Il n'est, du reste, pas possible de la confondre avec l'espèce précédente.

Localité. Villers-le-Lac. Collection Jaccard.

VÉGÉTAUX CRYPTOGAMES

FAMILLE DES CHARACÉES.

Genre CHARA, Agardh.

Une espèce de Chara, *Chara Purbeckensis*, Forbes, a été citée dans le Purbeck d'Angleterre, mais elle n'a jamais été publiée; elle n'est connue que nominalement. On trouve dans les marnes de Villers-le-Lac les fruits d'une petite espèce que M. Heer a décrite.

Chara Jaccardi, Heer.

(Pl. III, fig. 21—24.)

Synonymie.

Chara Jaccardi. Heer, 1864. Urwelt der Schweitz, p. 218 et 621, fig. 134.

Fruits de très-petite dimension, de 0,72 de millimètre de longueur, et 0,55^{mm} de largeur, ovales, arrondis. Cellules de l'enveloppe extérieure formant six côtes spirales saillantes, bien séparées par des intervalles plus larges et entièrement lisses; les deux extrémités sont arrondies.

J'ai pu examiner un grand nombre de fruits de la *Chara Jaccardi* provenant du Purbeck d'Angleterre; ils m'ont été communiqués sans nom par M. O. Fisher, et sont absolument semblables dans tous leurs caractères à ceux de Villers-le-Lac. Il est bien probable que c'est cette espèce que Forbes avait voulu nommer *Chara Purbeckensis*, et sur laquelle je n'ai pu avoir aucun renseignement certain. Il me paraît que, dans tous les cas, le nom donné par M. O. Heer doit être préféré, puisque c'est lui qui le premier a donné une figure et une description de cette espèce.

Localité. Villers-le-Lac. Abondant. Bancs supérieurs de la couche *b*. Coll. Jaccard, Renevier. Gorge du Jorat, près d'Oroins. Coll. Gilliéron. — Angleterre, Ridgway hill. Couche du Purbeck. Abondante.

RÉSUMÉ

Avant d'exposer les résultats auxquels m'a conduit l'étude des fossiles que je viens de décrire, il ne sera pas sans utilité et peut-être pas sans intérêt de rappeler l'histoire des dépôts lacustres infra-crétacés qui les renferment, et de donner quelques détails sur leur développement et leur nature dans les principales localités de l'Europe où ils ont été jusqu'ici reconnus et étudiés. C'est en Angleterre qu'on observa pour la première fois l'existence de couches d'eau douce inférieures à la formation crétacée. Dès 1702, elles avaient été soupçonnées par *Woodward*; *Sowerby* et *Webster*, puis *Mantell*, en 1822, les étudièrent avec plus de soin, en examinèrent de plus près les fossiles, et arrivèrent à conclure que ces dépôts de la vallée de Weald, etc. étaient bien d'origine lacustre. M. Martin, en 1828, proposa de réunir sous le nom collectif de *Wealden* tous ces dépôts, dans lesquels on établit trois divisions :

Argile de Weald, supérieure.
Sables de Hastings.
Couches du Purbeck.

MM. Buckland, de la Bèche et enfin M. Fitton, en 1836[1], dans son Mémoire classique sur les couches placées entre la craie et l'Oxfordien, firent connaître d'une manière plus complète encore ces dépôts d'eau douce. M. Fitton les signala sur un grand nombre de points de l'Angleterre, et M. Sowerby décrivit à la suite de son mémoire quelques-uns des fossiles qu'elles renferment.

Depuis M. Fitton, on s'est beaucoup occupé en Angleterre de ces dépôts intéressants, et en particulier des plus inférieurs, des couches du

[1] Transactions of the Geological Society of London, 2me série, vol. IV, 1re partie.

Purbeck; et, en 1850, M. Forbes[1], étudiant avec soin les fossiles qui y avaient été recueillis, put constater :

1° Que les lits du Purbeck reposent immédiatement sur le calcaire de Portland, et qu'au point de jonction, une couche remplie de fossiles d'eau douce succède immédiatement à une couche essentiellement marine.

2° Que dans l'ensemble des couches du Purbeck on pouvait distinguer trois divisions : *Purbeck inférieur, Purbeck moyen* et *Purbeck supérieur*, sur lequel reposent immédiatement les sables de Hastings. — Chacune de ces divisions est caractérisée par un ensemble de fossiles spéciaux, et composée de bancs nombreux dont les uns ont été déposés dans l'eau douce, d'autres dans des eaux saumâtres, et dont d'autres enfin sont essentiellement marins.

M. Forbes arriva également à constater que les fossiles des diverses couches du Purbeck sont spécifiquement distincts de ceux des sables de Hastings et de l'argile du Weald, et il émit l'opinion que ce n'est que par suite d'erreurs de détermination ou de classement des couches, que des fossiles ont pu être cités comme étant communs au Purbeck et au Weald. Malheureusement ce mémoire, fort important par ses conclusions, ne fut pas suivi de la publication des fossiles qui avaient servi à l'auteur à les établir. — En 1855, M. Osmond Fisher[2], complétant un travail précédent de M. Austen[3], publia un mémoire des plus intéressants sur les couches du Purbeck, dans le Dorsethire; elles y sont étudiées avec un détail et un soin infini. L'auteur a réussi à distinguer 162 assises ou bancs différents dans les couches du Purbeck de Ridgway, dont l'ensemble a une épaisseur de 190 pieds. L'importance de chacun de ces petits bancs est soigneusement donnée, ainsi que sa composition et l'indication de quelque fossile caractéristique. Il ne sera pas sans intérêt de rappeler en peu de mots les résultats auxquels sont parvenus

[1] Report of the british Association of the Advancement of Science held at Edinburgh, 1850.

[2] On the Purbeck Strata of Dorsetshire, from the Transact. of the Cambridge Philosophical Society, vol. IX, part. IV, 1855.

[3] Guide to the Geology of the Isle of Purbeck, by Rev. Austen, 1852.

MM. Austen et Fisher. Généralement les sables de Hastings recouvrent les lits du Purbeck; dans ce cas, la superposition est immédiate, mais la faune entièrement différente. M. Fisher n'admet pas que le Purbeck puisse être réuni au terrain crétacé, et il le rattache à l'époque jurassique. A Ridgway-hill, où on peut étudier une belle coupe du Purbeck, on voit que la division supérieure (Upper Purbeck) se compose de 39 petits lits ou bancs qui tous ont été déposés dans des *eaux douces;* ils ne contiennent que des débris d'espèces fluviatiles, et dans leur composition on rencontre alternativement des *roches compactes,* des *marnes,* des *argiles* et des *lits de sable.*

Avec les couches du Purbeck moyen apparaissent des bancs déposés dans des eaux saumâtres; ils renferment en abondance les coquilles d'une espèce de *Corbule* et d'une espèce d'*huître* mélangées avec des coquilles de *Cyrènes.* Ces « *Corbula beds* » sont suivis d'une couche de 6 pieds d'épaisseur, essentiellement marine, avec des *Thracies, Modioles, Pernes, Peignes,* etc., parmi lesquels, chose singulière, on trouve des débris d'insectes, puis de bancs d'un total de 6 pieds, exclusivement d'eau douce, auxquels succède le « *Cinder bed,* » bien connu par la découverte que Forbes y fit d'un échinoderme, l'*Hemicidaris Purbeckensis.* Le reste du Purbeck moyen présente une suite de bancs d'argiles bigarrées, de sables et de calcaires d'une épaisseur totale de 12 pieds, tous de formation d'eau douce. Le dernier de ces bancs est devenu célèbre par la découverte qu'y fit M. Beckles, en 1856, de nombreux débris de 14 espèces de mammifères.

La division inférieure du Purbeck (lower Purbeck) commence par une série de bancs très-probablement de formation d'eau douce, contenant très-peu de restes de mollusques, des *Entomostracés* et surtout une grande quantité de débris d'insectes. Vient ensuite un ensemble puissant de bancs d'argile de diverses couleurs, de calcaires marneux et de grès qui, à en juger par les fossiles, furent déposés tantôt dans des eaux douces, tantôt dans des eaux saumâtres, tantôt dans des eaux salées (soft cockle beds); à ceux-ci succèdent des bancs de calcaires tantôt fis-

siles, tantôt cristallins, et quelques couches sableuses (*Hard cockle beds* et *Cypris freestone*), puis les calcaires brisés ou bancs rompus *(brocken beds)*, amas irrégulier de blocs, sans stratification bien visible. — A la base du Purbeck inférieur se trouve le « *Dirt bed*, » ou lit de boue renfermant les restes de forêts gigantesques, entre autres de nombreux troncs d'arbres silicifiés. Enfin, le Purbeck inférieur se termine par une couche mince renfermant de nombreux débris de coquilles fluviatiles si intimement superposée aux couches du calcaire de Portland que, dans certaines carrières, on obtient des blocs dont la partie supérieure est remplie de coquilles fluviatiles et appartient au Purbeck, et dont la base est de roche calcaire portlandienne pétrie de coquilles marines.

Il semble qu'après des travaux si étendus et si détaillés, les couches du Purbeck soient parfaitement connues au point de vue de leur *stratification* et de leur *composition:* il n'en est malheureusement pas de même au point de vue *paléontologique;* les mammifères, les poissons, les insectes et les plantes ont été étudiés plus ou moins complétement, mais les mollusques, qui y abondent, sont très-peu connus; quelques espèces seulement ont été décrites.

Quant à la position du Wealden et du Purbeck dans la série géologique, il paraît bien établi maintenant :

1° Que les sables de Hastings et l'argile du Weald qui les surmonte doivent être rattachés à l'époque crétacée.

MM. Pictet et Campiche[1] ont récemment fourni une nouvelle preuve à l'appui de cette opinion en découvrant dans l'étage Valangien ou Néocomien inférieur, à Sainte-Croix (canton de Vaud), l'*Asteracanthus granulosus* Egerton, poisson qui se retrouve dans les sables de Hastings.

2° Que les fossiles de la formation wealdienne sont spécifiquement distincts de ceux des couches du Purbeck.

3° Que les couches du Purbeck appartiennent à l'époque jurassique. La mer qui baignait les rivages du continent où ces dépôts ont été formés était la mer Portlandienne, celle où vivait la *Trigonia Gibbosa* Sow.

[1] Pictet et Campiche, Description des fossiles crétacés de Sainte-Croix, 1re partie, page 98.

et l'*Hemicidaris Purbeckensis* Forbes; la présence de cet oursin dans un banc marin intercalé entre les couches d'eau douce et d'eau saumâtre des *Purbeck beds* en est une preuve frappante; on le retrouve à Gray, à Salins, etc. associé à plusieurs des fossiles caractéristiques du Portlandien.

Dans le nord de l'Allemagne, on trouve comme en Angleterre de puissantes formations d'eau douce et d'eau saumâtre intercalées entre les dernières couches jurassiques et les premières strates crétacées. On y a découvert de nombreux fossiles qui ont été étudiés par MM. Koch [1], Rœmer [2] et principalement par M. Dunker [3] dans sa belle monographie du Weald du nord de l'Allemagne. Le résultat des recherches stratigraphiques et paléontologiques qui ont été entreprises permet de reconnaître avec certitude, dans ces formations allemandes, l'équivalent de l'ensemble que forment le Wealden et le Purbeck en Angleterre. M. Dunker, dans sa monographie, établit clairement ce parallélisme, et les recherches récentes de M. Credner [4] le confirment pleinement. Si on veut aller plus loin et chercher quels sont, en Allemagne, les équivalents des principales divisions qui ont pu être établies en Angleterre, la difficulté est un peu plus grande. Il est certain que toute la partie supérieure de la formation allemande, composée de lits de marnes, de sables, de calcaires, renfermant de nombreux fossiles d'eau douce, quelques-uns d'eau saumâtre et beaucoup de végétaux, correspond à la formation wealdienne d'Angleterre. Les faunes et les flores présentent une grande analogie, et 17 espèces ont été jusqu'à présent reconnues comme identiques.

Ce sont 3 espèces de végétaux.
9 espèces de mollusques.
2 espèces de crustacés ostracodes.
4 espèces de poissons.

[1] Koch et Dunker. Beiträge zur Kenntniss des Norddeutschen Oolithgebirg. 1837.
[2] Rœmer. Verst. der Norddeutschen Oolith. et Verst. der Norddeutschen Kreide.
[3] Dunker. Monographie der Norddeutschen Wealdenbildung. 1846.
[4] Credner. Ueber die Gliederung der oberen Juraformation und Wealdenbildung in N. W. Deutschland. Prague, 1863.

J'en donne ici la liste :

Sphænopteris Mantelli, Br.
Endogenites erosa, Stockes et Webb.
Carpolithus Mantelli, Stockes et Webb.
Exogyra bulla, Sow.
Corbula alata, Sow.
Turritella minuta, Koch et Dunk.??
Melania Popei, Sow.
Melania strombiformis, Schl. (Cer. Carbonarium Rœm.) Ile de Wight.
Melania attenuata, Sow.
Melania tricarinata, Sow.
Paludina fluviorum, Sow.
Paludina elongata, Sow.
Cypris vealdensis, Sow.
Cypris granulosa, Sow.
Lepidotus Mantelli, Ag.
Lepidotus Fittoni, Ag.
Pycnodus Mantelli, Ag.
Gyrodus Mantelli, Ag.

Trois de ces espèces, en particulier la *Melania strombiformis*, la *Cypris wealdensis* et le *Lepidotus Mantelli*, dont on a trouvé un individu presque complet sur le Deister, dans le Hanovre, sont très-répandus en Angleterre et en Allemagne, et caractérisent parfaitement la formation wealdienne. On peut aller plus loin et établir deux divisions; le *Weald sandstein* inférieur, composé de lits de sables et de marnes, rempli de végétaux, avec des Cyrènes, le Lepidotus Mantelli, etc., qui atteint l'épaisseur énorme de 550 pieds. Il faut voir là très-probablement l'équivalent des *sables de Hastings*.

Au-dessus est le *Weald thon*, renfermant abondamment la *Melania strombiformis* et d'autres coquilles fluviatiles, et dans lequel sont intercalés

quelques petits bancs avec des fossiles d'eau saumâtre, *Corbula alata*, etc. L'épaisseur de l'ensemble varie entre 60 et 100 pieds. C'est là le Wealdien proprement dit « *Weald clay.* »

Presque partout où apparaît le Weald dans le nord de l'Allemagne, on trouve au-dessous du *Weald sandstein* un ensemble de couches formées de bancs de marnes, d'argiles marneuses et de calcaires compacts, d'une quarantaine de pieds d'épaisseur. C'est le *Serpulit*, formation d'eau saumâtre, avec des alternances d'eau douce. Les fossiles caractéristiques sont la *Serpula coacervata*, Blum., la *Corbula inflexa*, Rœmer et la *Paludina Schusteri*, Rœmer.

Au-dessous se trouve un amas souvent énorme de marnes griseo-verdâtres ou rougeâtres, d'apparence keupérienne, appelées « *Mündener mergel*, » dont l'épaisseur dépasse parfois 1550 pieds. On y trouve quelques fossiles : la *Corbula alata*, Sow.? la *Paludina Schusteri*, etc. Elles renferment de la dolomie, du gypse, et du sel.

Au-dessous enfin, et reposant sur l'étage jurassique supérieur, mais en stratification *concordante*, se trouve un ensemble de couches de calcaires compactes, fissiles, en bancs minces, avec quelques alternances de marnes atteignant quelquefois l'épaisseur de 500 à 550 pieds et renfermant :

Modiola lithodomus, Koch et Dunker.
Corbula inflexa, Rœmer.
Turritella minuta, Koch et Dunker.
Paludina Schusteri, Dunker.

Il faut voir là des couches déposées dans des eaux douces et saumâtres. Cette formation se nomme le *Plattenkalk*.

Ces trois divisions reposent plutôt sur des considérations stratigraphiques que paléontologiques. — Tout cet ensemble, d'une grande puissance parfois, serait en Allemagne l'équivalent du *Purbeck* d'Angleterre.

La comparaison des fossiles n'amène à rien de concluant ; l'étude des espèces de mollusques en Allemagne et surtout en Angleterre est encore trop peu avancée.

Les espèces fossiles des couches lacustres infrawealdiennes de l'Allemagne décrites jusqu'ici sont, à ma connaissance du moins, au nombre de 17, savoir :

Modiola lithodomus, Koch et Dunker.
Cyrena subtransversa, Rœmer.
Cyrena lentiformis, Rœmer.
Corbula alata, Sow.??
Corbula inflexa, Rœmer.
Corbula sublævis, Rœmer.
Turritella minuta, Koch et Dunker.
Neritina Valdensis, Rœmer.
Melania pusilla, Rœmer.
Paludina Schusteri, Rœmer.
Paludina subangulata, Rœmer.
Serpula coacervata, Blumenbach.
Cypris Valdensis, Sow.
Cypris granulosa, Fitton.
Lepidotus Agassizii, Rœmer.
Sphærodus irregularis, Ag.
Gyrodus Schusteri, Rœmer.

Les espèces les plus caractéristiques sont la *Corbula inflexa* et la *Serpula coacervata.* Trois espèces seulement de cette liste se retrouvent en Angleterre : ce sont la *Corbula alata,* Sow., sur la détermination de laquelle j'ai quelques doutes; elle se retrouve dans le Weald anglais.

La *Cypris Valdensis,* Sow., rare dans le Serpulit, très-commun dans le Weald allemand et anglais.

La *Cypris granulosa,* Fitton, indiqué également dans le Weald et le Purbeck.

D'après des exemplaires que m'a communiqués M. O. Fisher, j'envisage la petite serpule des *Purbeck beds* d'Angleterre comme identique avec la *Serp. coacervata.* L'étude des fossiles de ces couches, et surtout

du Purbeck d'Angleterre, est encore trop peu avancée pour permettre des comparaisons utiles et exactes.

Au point de vue stratigraphique la corrélation est évidente. De part et d'autre, les sables de Hastings sont au-dessus, les couches jurassiques supérieures marines sont au-dessous. Relativement à la composition minéralogique elle est en général analogue : alternances d'argiles et de calcaires, de formations lacustres, saumâtres ou marines. Le *Dirt bed* ne se retrouve point sur le continent. Je ne vois pas l'équivalent de ces grandes masses d'argiles bigarrées gypsifères des « Marnes de Münden, » à moins qu'on ne les trouve dans les *soft cockle beds*. — Les bancs inférieurs de calcaires (Hard cockle beds, etc.) pourraient peut-être représenter le *Plattenkalk*. Je ne saurais voir dans les trois divisions allemandes les équivalents du Purbeck supérieur, moyen et inférieur, comme le voudrait M. Credner.

Dans le nord de la France, et à Boulogne en particulier, on retrouve la formation du Purbeck presque identique aux couches typiques situées de l'autre côté de la Manche; mais si nous examinons les couches lacustres infracrétacées dans les autres points de la France où elles ont été étudiées, nous trouverons une coïncidence remarquable avec ce que nous venons de voir en Allemagne.

Plusieurs géologues, et entre autres M. d'Archiac, en 1851 [1], avaient signalé la présence dans l'ouest de la France de calcaires en plaquettes renfermant la *Corbula inflexa* (*Nucula inflexa*, Rœmer), recouvrant le Kimméridien et surmontés par des marnes et des calcaires renfermant des coquilles de mollusques fluviatiles. La *Nucula inflexa* ayant été citée à tort par Rœmer dans le Jurassique supérieur, on regarda les couches qui la renfermaient comme appartenant à ce terrain. M. Coquand, plus tard, étudia à fond la géologie des Charentes, et publia un travail très-intéressant [2] sur les couches d'eau douce qu'il n'hésite pas à rapporter au Purbeck.

[1] Histoire des Progrès de la géologie, tome IV, page 110.

[2] Description géologique de l'étage purbeckien dans les deux Charentes, Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs, 3me série, vol. III, 1858.

Voici le résumé de ses observations. Au-dessus du calcaire de Portland avec *Cardium dissimile*, etc., on observe des bancs de calcaire à plaquettes remplis de *Corbula inflexa*, Rœmer, en stratification concordante avec lui; ils sont surmontés par un banc de calcaire carié, à vacuoles, ressemblant à une cargneule, sans fossiles; son épaisseur n'est guère que de 1 à 2 mètres. Au-dessus est une masse considérable d'argile, disposée en couches minces, régulières, de couleur grise, verdâtre, rougeâtre, jaunâtre, souvent panachée et rappelant tout à fait l'aspect des marnes irisées, et comme celles-ci, elles sont remplies de gypse, dont quelques bancs sont assez épais pour donner lieu à des exploitations. On y rencontre peu de fossiles, des végétaux, des débris de poissons, etc. Leur ensemble a une puissance de 35 à 40 mètres.

Au-dessus vient un banc de calcaire, de 2 pieds environ, rempli de coquilles de mollusques fluviatiles : Cyrènes, Paludines, Physes, etc. Au-dessus, on trouve un second dépôt d'argile semblable au premier, surmonté par les calcaires à *Ostrea columba* (Cénomanien). M. Coquand conclut son mémoire en établissant la corrélation des couches d'eau douce avec le Purbeck d'Angleterre, qu'il nomme étage Purbeckien, et laisse dans le Portlandien les couches de calcaires à plaquettes avec la *Corbula inflexa*.

Dans la Haute-Marne, M. Cornuel[1] a signalé des dépôts difficiles à classer situés entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, composés de bancs d'oolithe vacuolaire souvent blanche et cristalline, et de bancs de calcaires verdâtres reposant sur le Portlandien, et de couches de marnes et de calcaires jaunâtres et verdâtres, surmontées par le Néocomien. M. Cornuel rattache ces formations à l'étage portlandien, et il a décrit et figuré les fossiles qu'il y a trouvés. Ce sont :

Cyrena fossulata, Cornuel.
Avicula rhomboïdalis, Cornuel.
Mytilus subreniformis, Cornuel.
Pholadomya parvula, Cornuel.

[1] Mémoires de la Société géologique de France, tome IV, 1re et 2me partie, 1841.

Melania crenulata, Cornuel.
Melania cylindracea, Cornuel.

D'après l'examen des figures, j'ai acquis la conviction que la *Pholadomya parvula* n'est autre que la *Corbula inflexa*, Rœmer. La composition de ces couches de la Haute-Marne et des Charentes, leur stratigraphie et la présence de ce fossile caractéristique permettent de conclure avec toute apparence de certitude :

1° Que les calcaires gris-verdâtre, supérieurs et inférieurs, ainsi que l'oolithe vacuolaire, de la Haute-Marne (terrain supérieur jurassique de M. Cornuel) renfermant la *Corbula inflexa*, représentent dans ce département le Plattenkalk d'Allemagne, et probablement tout le groupe Purbeckien.

2° Que dans les Charentes les calcaires à plaquettes, avec *Corbula inflexa*, représentent également le Plattenkalk, et que le système des argiles gypsifères correspond au *Mündener mergel* d'Allemagne; l'analogie est frappante : même position stratigraphique, mêmes dépôts de gypse, même couleur panachée ressemblant aux marnes irisées, association de fossiles appartenant aux mêmes genres.

Dans le Jura, dès 1847, M. Pidancet avait reconnu *qu'entre le Jurassique supérieur et le Néocomien inférieur existait une couche puissante de marnes verdâtres çà et là gypsifères.* En 1849, M. Lory découvrit dans ces couches des fossiles d'eau douce et d'eau saumâtre, à *Charix*, près Nantua, et ce fait, joint à de nombreuses considérations stratigraphiques, lui firent rapporter tout cet ensemble de couches au groupe wealdien [1]. Par suite de diverses circonstances, le mémoire que M. Lory avait préparé ne put voir le jour qu'en 1858.

Pendant cet intervalle parurent deux mémoires importants : l'un de M. Coquand, en 1855 [2]; l'autre de M. Sautier, capitaine du génie, en 1856 [3], suivi de la description des fossiles nouveaux par M. Coquand.

[1] Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 7 octobre 1849.
[2] Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs, 2me série, vol. IV, 1854.
[3] Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs, 2me série, vol. VII, 1858.

Les auteurs, par de nombreuses et intéressantes observations, firent bien connaître ces couches d'eau douces infra-néocomiennes du Jura, et arrivèrent à les rattacher à l'époque jurassique.

En 1858 parut le mémoire de M. Lory[1], très-étendu et très-détaillé, rempli d'observations d'un grand intérêt et dans lequel, fait important, complétant les observations précédentes, il établit clairement que dans le Jura, soit les *dépôts d'eau douce,* soit le *Néocomien,* là où ceux-ci manquent, se trouvent en *stratification concordante* avec les couches *jurassiques supérieures.* Dans un appendice, il confirme l'opinon émise déjà l'année précédente par M. Renevier[2], savoir que les formations d'eau douce infra-néocomiennes du Jura sont l'équivalent des couches du Purbeck d'Angleterre.

Tous ces travaux, auxquels il faut joindre ceux de M. Étallon, toutes ces explorations intéressantes, accomplies par les infatigables géologues franc-comtois, les ont amenés à reconnaître :

1° Qu'entre le Néocomien inférieur et le Jurassique supérieur se trouve dans le Jura une formation d'une puissance totale de 10 à 15 mètres, composée de bancs de calcaire intercalés dans des assises marneuses. Les marnes sont grises, verdâtres, rougeâtres, parfois d'apparence keupérienne, çà et là gypsifères, renfermant quelquefois à leur base des bancs de calcaire magnésien cloisonné. Les fossiles observés sont des débris de végétaux charbonnés et des coquilles appartenant aux genres *Physa, Planorbis, Cyrena, Corbula,* etc., d'eau douce et d'eau saumâtre.

2° Que tout cet ensemble repose en stratification toujours concordante sur les *dolomies portlandiennes,* formation d'une puissance de 10 à 15 mètres se présentant sous trois aspects : *schistoïde ou lamellaire, celluleux et compacte,* en bancs de 1 mètre environ d'épaisseur. Aucun fossile ne fut reconnu dans ces couches magnésiennes, qui reposent toujours directement sur les calcaires jurassiques supérieurs.

[1] Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs, 3me série, vol. II, 1859.

[2] Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, séance du 13 avril 1857, vol. V, n° 41.

En 1859, MM. Desor et Gressly[1] proposèrent pour la formation d'eau douce du Jura le nom d'*étage Dubisien*, et, la même année, M. Marcou publia un mémoire sur le Néocomien du Jura[2], dans lequel, s'efforçant de prouver qu'il y a des discordances de stratification entre les Dolomies portlandiennes et les couches d'eau douce qu'il appelle marnes de Villars, il envisage ces dernières comme faisant partie du terrain crétacé et représentant l'équivalent des *Ashburnam beds*, qui forment la base des sables de Hastings. Le calcaire portlandien tout entier (avec Trigonia gibbosa, Hemic., Purbeckensis, etc.) surmonté par les Dolomies portlandiennes serait, d'après M. Marcou, le représentant des couches du Purbeck.

En 1861, M. Jaccard communiquait à la Société helvétique des Sciences naturelles le résultat de ses observations sur Villers-le-Lac, et la formation d'eau douce infra-néocomienne du Jura[3].

Citons encore, pour compléter la liste des auteurs qui ont écrit sur les couches d'eau douce infra-crétacées du Jura, le mémoire de M. Bonjour[4], sur la géologie stratigraphique du Jura, publié en 1863; il décrit en quelques mots les couches d'eau douce sous le nom d'étage purbeckien, et les divise en cinq groupes se rattachant aux divers faciès qu'elles présentent.

Examinons maintenant quels sont les résultats généraux qu'il est possible de déduire de l'étude et de la comparaison des fossiles qui sont parvenus à ma connaissance.

J'ai pu déterminer vingt-sept espèces provenant des couches *a*, *b*, *f* à Villers-le-Lac, et de quelques autres points du Jura, savoir :

Une espèce de crustacé ostracode.
Seize espèces de mollusques gastéropodes.
Sept espèces de mollusques acéphales.
Deux espèces de foraminifères.
Une espèce de plante cryptogame.

[1] Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, tome IV, page 45.
[2] Archives de la Bibl. Univ. de Genève, 1859, page 62.
[3] Actes de la Société helvétique des Sciences naturelles, 45me session à Lausanne, 1861.
[4] Annales de la Société des Sciences naturelles de Lyon, n° 10, année 1863.

Sur le nombre, quinze espèces sont exclusivement d'eau douce.

Deux espèces appartiennent à des genres de mollusques terrestres : *Auricula* et *Carichium*. C'est dans les couches de Villers que ces deux genres font leur première apparition sur le globe.

Les neuf autres espèces se distribuent entre les genres *Corbula, Cerithium*, etc., dont on rencontre actuellement des représentants soit dans les eaux de la mer, soit dans les eaux saumâtres à l'embouchure des fleuves.

Huit espèces se retrouvent dans les *Purbeck beds* d'Angleterre; ce sont :

Cypris Purbeckensis, Forbes.

Physa Wealdiana, Coquand. Assez abondante à Villers, etc. J'en ai vu des individus de Ridgway-hill.

Physa Bristovi, Forbes. Deux fragments probables seulement à Villers.

Paludina elongata, Sow. Un exemplaire à Villers un peu douteux.

Valvata helicoïdes, Forbes. Très-abondante à Ridgway et à Villers, etc.

Corbula Forbesiana, de L. Abondante à Villers et dans la baie de Savanage.

Cardium Purbeckense, de L. Assez rare à Villers, paraît abondant à Ridgway.

Chara Jaccardi, Heer. Les fruits très-nombreux que j'ai sous les yeux, de Ridgway, ne diffèrent en rien de ceux de Villers.

Trois espèces se retrouvent dans le groupe infra-wealdien de l'Allemagne, savoir :

Neritina Vealdiensis, Rœmer.

Corbula inflexa (Rœm.), Dunker.

Gervilia arenaria, Rœmer. Quelques fragments douteux à Villers.

Lors même que je ne puis citer encore que ces quelques espèces communes, l'analogie de la faune de Villers avec celle du Purbeck et du nord de l'Allemagne est évidente; elle le sera probablement encore davantage lorsqu'on aura décrit un nombre plus considérable de fossiles pouvant servir de termes de comparaison.

M. Jaccard a eu la bonne fortune de découvrir des fossiles dans le banc saccharoïde de la Dolomie portlandienne à Villers-le-Lac; leur

étude m'a permis de constater un fait intéressant; j'y ai reconnu des moules intérieurs parfaitement caractérisés de la *Corbula inflexa*, absolument identiques à la figure qu'en a donnée Rœmer, le *Cardium Purbeckense* et une *Cyrène* voisine de la *Cyrena fossulata* Cornuel, mais à l'état de moule intérieur seulement, et que j'ai préféré ne pas décrire, la détermination en aurait été trop incertaine.

Nous avons vu que la *Corbula inflexa* était le fossile caractéristique de la base du groupe Purbeckien en Allemagne, dans les Charentes et la Haute-Marne; le *Cardium Purbeckense* se retrouve à Villers dans la couche *b* et dans le Purbeck d'Angleterre. Il devient dès lors évident que toute cette formation des Dolomies portlandiennes, si caractéristique, qui dans le Jura surmonte presque toujours les calcaires jurassiques supérieurs, doit être rattachée aux couches d'eau douce qui lui sont superposées. Les géologues franc-comtois, tout en continuant à rattacher les dolomies à l'étage portlandien, avaient déjà reconnu la difficulté de les séparer des marnes lacustres supérieures dans lesquelles se rencontrent déjà des veines dolomitiques. La découverte des deux fossiles que je viens d'indiquer ne peut plus laisser d'incertitude à cet égard.

M. Sandberger a eu entre les mains les fossiles que M. Jaccard a trouvés dans les couches *a* et *b*, et d'après leur examen il conclut à l'identité des couches qui les renferment avec le Purbeck de l'Angleterre et du nord de l'Allemagne; il a consigné ces résultats dans une lettre à M. le professeur Geinitz, publiée dans le Journal de Bronn, en 1863 [1], et rappelée par M. Waagen [2]. J'ai le regret de ne pas me trouver entièrement d'accord avec ce paléontologiste distingué quant à la détermination des espèces; au fond nos résultats sont à peu près identiques, les siens sont moins complets, car il n'a eu connaissance ni des fossiles de Charix, ni de ceux des Dolomies portlandiennes.

Si maintenant nous réunissons l'ensemble des données stratigraphiques et paléontologiques qui viennent d'être exposées dans le travail de M. Jaccard et le mien, nous arriverons aux conclusions suivantes :

[1] Bronns Jahrbuch, 1853, p. 814. — [2] Der Jura in Franken, etc., 1864.

1° Les dolomies portlandiennes du Jura sont l'équivalent du Plattenkalk du Hanovre, des calcaires à plaquettes des Charentes, des calcaires gris-verdâtres inférieurs et oolithes vacuolaires de M. Cornuel ; elles n'appartiennent pas au Portlandien, et forment la base du groupe Purbeckien.

2° Les calcaires et marnes d'eau douce de Villers et du Jura sont l'équivalent du « Mündener Mergel » et du « Serpulit » du Hanovre, et des argiles gypsifères de la Charente.

3° Il est certain que la formation d'eau douce infracrétacée de Villers et du Jura est l'équivalent des « Purbeck beds » d'Angleterre, dont ils représenteraient la partie moyenne et la partie inférieure.

4° Il n'y a aucune discordance de stratification soit entre les couches du Purbeck et les *calcaires marins jurassiques supérieurs,* soit entre les couches du Purbeck et les *premières couches crétacées.*

Pendant et après le dépôt des couches du Portlandien ou de la zone à *Trigonia gibbosa*, une vaste étendue d'eau douce a couvert une partie de l'Europe ; elle a formé des dépôts d'une très-grande puissance en Angleterre, et surtout dans le nord de l'Allemagne où ils atteignent leur maximum, tandis que dans le Jura nous les voyons à leur minimum d'épaisseur. Au Salève ils n'existent déjà plus ; M. Favre et moi les y avons vainement recherchés. En Angleterre et en Allemagne ces dépôts d'eau douce continuèrent à se former, alors que les habitants de la mer avaient entièrement changé, que dans le Jura la riche faune du valangien avait remplacé celle de la mer portlandienne, et que la surface émergée pour un temps était de nouveau recouverte par les flots de l'Océan.

Préciser les limites de cette formation lacustre, poursuivre l'étude encore peu avancée des restes d'animaux fossiles qu'elle renferme, c'est là un sujet de recherches intéressant pour les géologues et les paléontologistes placés dans des circonstances favorables.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
Auricula Jaccardi, de Loriol	82
Bithania Dubisiensis, de Loriol	90
Bithinia Chopardiana, de Loriol	91
Bithinia Renevieri, de Loriol	92
Carichium Brotianum, de Loriol	83
Cardium Purbeckense, de Loriol	103
Cerithium Villersense, de Loriol	95
Chara Jaccardi, Heer	108
Corbula inflexa (Rœmer), Dunker	99
Corbula Forbesiana, de Loriol	98
Cypris Purbeckensis, Forbes	81
Cyrena Pidancetiana, de Loriol	101
Cyrena Villersensis, de Loriol	102
Gervillia arenaria, Rœmer	105
Leda inflexa, d'Orbigny	99
Lithodomus Sandbergianus, de Loriol	104
Neritina Veldiensis, Rœmer	97
Nonionina Jaccardi, de Loriol	106
Nonionina Villersensis, de Loriol	107
Nucula inflexa, Rœmer	99
Nucula sulcosa, Rœmer	99
Paludina elongata, Sowerby	88
Paludina Sautieriana, de Loriol	89
Pholadomya parvula, Cornuel	99
Physa Bristovii, Forbes	85
Physa Wealdiana, Coquand	84
Planorbis Coquandianus, de Loriol	87
Planorbis Loryi, Coquand	86
Turritella Gillieroni, de Loriol	96
Valvata helicoides, Forbes	93
Valvata Loryana, de Loriol	93

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. Section théorique et épaisseur comparée de la série des strates des groupes Purbeckien et Portlandien dans le vallon de Villers-le-Lac et des Brenets. Le groupe Purbeckien correspond à la figure 2. Le sous-groupe Portlandien supérieur est pris aux Pargots, sur la route des Brenets. Les sous-groupes moyen et inférieur sont pris au-dessus de ce village, entre la carrière du Bois-de-Ville et le chemin du Saut-du-Doubs. Des recherches toutes récentes ont montré que la couche *a* a réellement une épaisseur un peu plus considérable, savoir 80 à 90 cent

Fig. 2. Coupe en partie théorique et en partie donnant l'aspect naturel du gisement le plus fossilifère du groupe Purbeckien à Villers-le-Lac.

Fig. 3. Coupe théorique et orographique des terrains Néocomien et Portlandien à Neuchâtel, montrant l'orographie naturelle des divers groupes crétacés et jurassiques sur tout le revers oriental du Jura. — 1. Urgonien. 2. Néocomien. 3. Valangien. 4. Couches de Purbeck. 5. Portlandien.

Fig. 4. Néocomien et Portlandien de la chaîne des Molards au-dessus du Brassus, vallée de Joux. La route de la Vallée à Morges s'étale en contours à chacun des paliers déterminés par l'orographie. — 1. Urgonien. 2. Néocomien moyen. 3. Valangien. 4. Couches de Purbeck. 5. Portlandien. 6. Ptérocérien.

Fig. 5. Rectification de la coupe de M. Marcou à Saint-Cergues (Vaud), donnée dans la *Bibl Univ. de Genève* (*Archives*), 1859, pl. I. Vue à distance cette coupe naturelle semble au premier abord présenter une discordance de stratification, mais en y regardant de près, on voit en *a* les dolomies portlandiennes brusquement repliées prendre une inclinaison semblable à celle du Valangien. M. Marcou a d'ailleurs exagéré en *b* la hauteur des bancs valangiens. Les traits pointés indiquent la stratification réelle avant l'érosion. — 1. Groupe Purbeckien. 2. Roches d'Auberson ou Valangien inférieur.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Fig. 1—3. *Cypris Purbeckensis*, Forbes. Fig. 1, individu grossi 14 fois; fig. 1 *a*, le même, grandeur naturelle; fig. 2, autre individu vu de côté, grossi 14 fois; fig. 2 *a*, grandeur naturelle; fig. 3, autre individu vu par l'extrémité, même grossissement. Collection Gilliéron.

Fig. 4—5. *Auricula Jaccardi*, de Loriol. Fig. 4, 4 *a*, individu de la collection de M. Jaccard, grossi 6 fois; fig. 4 *b*, le même, grandeur naturelle; fig. 4 *c*, portion de test grossi; fig. 5, 5 *a*, autre individu de la collection de M. Renevier, même grossissement et grandeur naturelle.

Fig. 6. *Carichium Brotianum*, de Loriol. Collection Jaccard, grossi 6 fois et fig. 6 *b*, grandeur naturelle.

Fig. 7—8. *Physa Wealdiana*, Coquand. Collection Jaccard, grandeur naturelle.

Fig. 9. *Physa Bristovii*, Forbes. Grandeur naturelle, d'après un individu de la collection de M. Osmond Fischer, provenant des couches du Purbeck de Ridgway (Angleterre).

Fig. 10. *Physa Bristovii*, Forbes. Individu plus jeune, un peu grossi. Même collection; même provenance; fig. 10 *a*, grandeur naturelle.

Fig. 11. *Physa Bristovii*, Forbes. Copie d'un dessin de M. Bone envoyé par M. Bristow.

Fig. 12. *Planorbis Loryi*, Coquand. Collection Jaccard, grossi 2 fois; fig. 12 *c*, grand. natur.

Fig. 13. *Planorbis Coquandianus*, de Loriol. Grossi 4 ½ fois; fig. 13 *c*, grandeur naturelle.

Fig. 14. *Limnæa physoides*, Forbes. Copie d'un dessin de M. Bone envoyé par M. Bristow, du Purbeck d'Angleterre, d'après le type du Musée de géologie pratique de Londres.

Fig. 15. *Paludina Sautieriana*, de Loriol. Collection Jaccard, grossi 3 ½ fois; fig. 15 *b*, grandeur naturelle.

Fig. 16. *Bithinia Renevieri*, de Loriol. Collection Jaccard, grossi 3 ½ fois; fig. 16 *b*, grandeur naturelle.

Fig. 17. Même espèce. Collection Renevier.

Fig. 18. *Bithinia Chopardiana*, de Loriol. Grossi 6 fois; fig. 18 *b*, grandeur naturelle. Collection Jaccard.

Fig. 19. *Bithinia Dubisiensis*, de Loriol. Grossi 6 fois; fig. 19 *b*, grandeur naturelle. Collection Jaccard.

Fig. 20. *Valvata Loryana*, de Loriol. Collection Jaccard, grossi 4 ½ fois; fig. 20 *b*, grandeur naturelle.

Fig. 21-22. *Valvata helicoides*, Forbes. Copie de dessins de M. Bone envoyés par M. Bristow, du Purbeck d'Angleterre, d'après les types du Musée de géologie pratique de Londres; grossis et grandeur naturelle.

Fig. 23. *Valvata helicoides*, Forbes. D'après un individu de la collection de M. Osm. Fischer, du Purbeck de Ridgway (Angleterre), grossi 6 fois; fig. 23 *c*, grandeur naturelle (il en existe sur les mêmes plaques des individus plus grands, mais moins bien conservés).

Fig. 24. *Valvata helicoides*, Forbes. Individus de Villers-le-Lac, collection Jaccard, grossis 6 fois, et fig. 24 *c*, grandeur naturelle.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

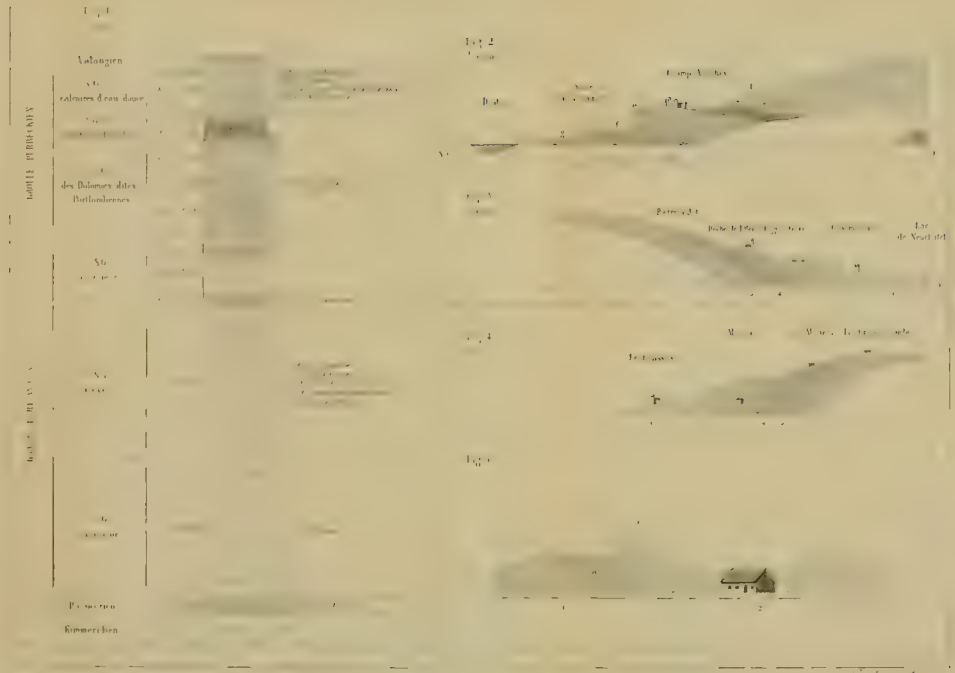
Fig. 1. *Cerithium Villersense*, de Loriol. Grossi 3 fois ; fig. 1 *c*, grandeur naturelle.
Fig. 2. *Turritella Gillieroni*, de Loriol. Grossi 2 ½ fois ; fig. 2 *b*, grandeur naturelle.
Fig. 3. *Neritina Veldiensis*, Rœmer. Grossi 2 fois, collection Jaccard ; fig. 3 *b*, grandeur natur.
Fig. 4. Même espèce. Individu de petite taille, grossi 3 fois ; fig. 4 *b*, grandeur naturelle.
Fig. 5. *Corbula Forbesiana*, de Loriol. Individu de Villers-le-Lac, grossi 4 fois, collection Renevier ; fig. 5 *c*, grandeur naturelle.
Fig. 6. *Corbula Forbesiana*, de Loriel. Petit individu, intérieur de la valve droite, grossi 5 fois ; fig. 6 *a*, grandeur naturelle.
Fig. 7. *Corbula Forbesiana*, de Loriol. Individu de Swanage (Angleterre), grossi 3 ½ fois, collection Renevier ; fig. 7 *a*, grandeur naturelle.
Fig. 8 *Corbula inflexa*, Rœmer. Individu de Charix, grossi 2 ½ fois, de la collection Lory ; fig. 8 *a*, grandeur naturelle
Fig. 9. *Corbula inflexa*, Rœmer. Moule intérieur, grossi 2 fois, de la dolomie portlandienne de Villers-le-Lac, collection Jaccard ; fig. 9 *a*, grandeur naturelle.
Fig. 10. *Cyrena Pidancetiana*, de Loriol. Grossie 1 ½ fois, de Villers-le-Lac, collection Jaccard. La figure 10 *b* a été complétée d'après une seule valve par le dessinateur ; fig. 10 *a*, grandeur naturelle.
Fig. 11. *Cyrena Villersensis*, de Loriol. Grossie 3 ½ fois, collection Jaccard ; fig. 11 *b*, grandeur naturelle.
Fig. 12. *Cardium Purbeckense*, de Loriol. Individu de Villers-le Lac, collection Jaccard ; fig 12 *b*, grandeur naturelle.
Fig. 13-14. *Cardium Purbeckense*, de Loriol. Empreintes prises avec de la cire, grossies ; des dolomies portlandiennes de Villers-le-Lac, collection Jaccard ; fig. 13 *a*, fig. 13 *b*, grandeurs naturelles.
Fig. 15-16. *Cardium Purbeckense*, de Loriol. Des couches du Purbeck de Ridgway (Angleterre), individus communiqués par M. Osm. Fischer ; fig. 15 *a* et 16 *a*, grandeurs natur.
Fig. 17-18. *Lithodomus Sandbergianus*, de Loriol. Grossi 3 ½ fois, de Villers-le-Lac, collection Jaccard ; fig. 17 *b* et 18 *b*, grandeurs naturelles.
Fig. 19. *Nonionina Jaccardi*, de Loriol. Grossi 4 fois, collection Jaccard ; fig. 19 *c*, grandeur naturelle.
Fig. 20. *Nonionina Villersensis*, de Loriol. Grossi 8 fois, collection Jaccard ; fig. 20 *b*, grandeur naturelle.
Fig. 21-24. *Chara Jaccardi*, Heer. Grossi 14 fois, collection Renevier, de Villers-le-Lac ; fig. 24, de grandeur naturelle.

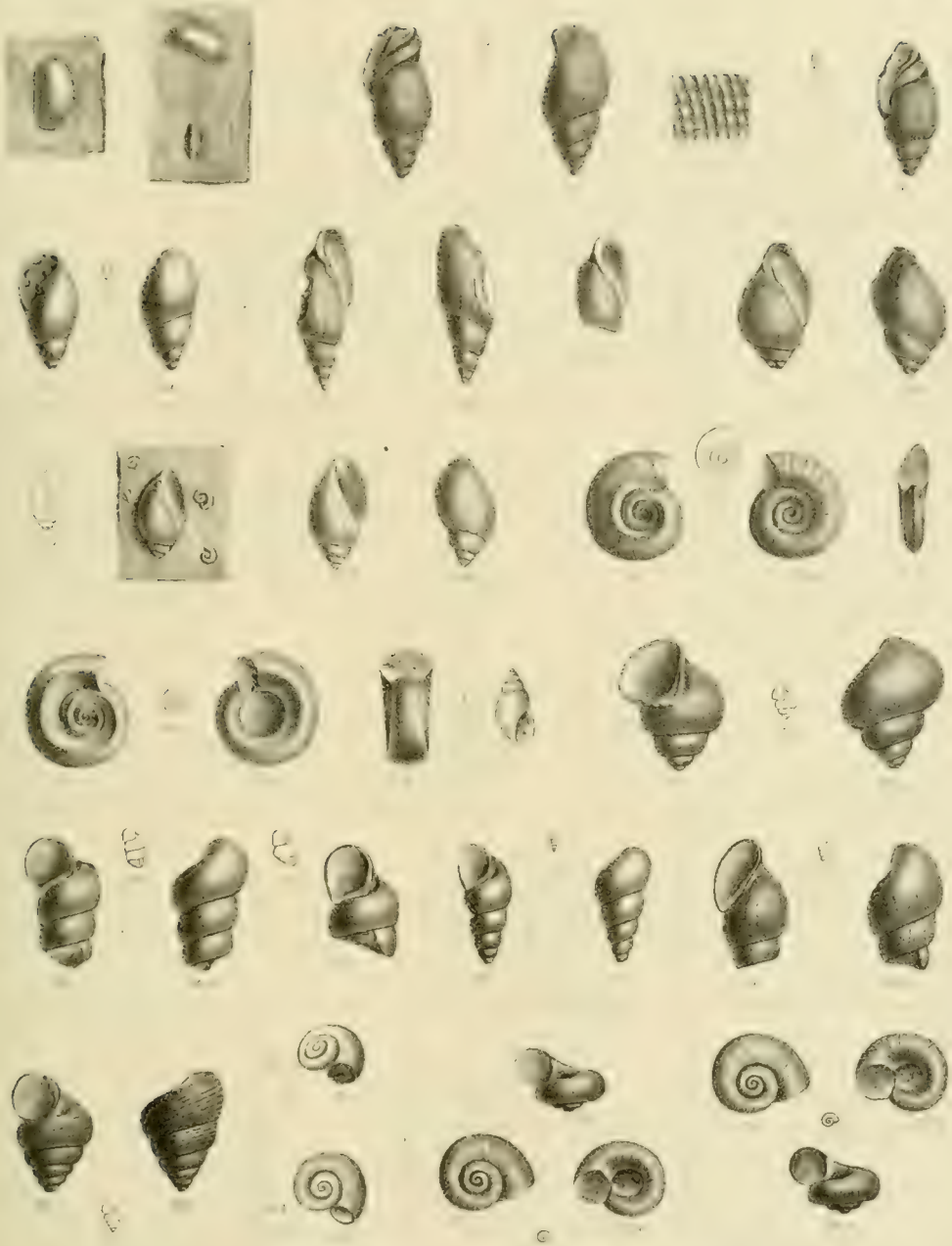
FORM. D'EAU

GROUPE PORTLANDIEN

GROUPE PORTLANDIEN

Pierre
ou
Kimmer


Valangien
Portlandien
Kimmeridien



RECHERCHES

SUR LA

CORRÉLATION DE L'ÉLECTRICITÉ

DYNAMIQUE

ET DES AUTRES FORCES PHYSIQUES

PAR

J.-L. SORET

QUATRIÈME MÉMOIRE

VÉRIFICATION DE LA LOI ÉLECTROLYTIQUE LORSQUE LE COURANT EXERCE UNE ACTION EXTÉRIEURE

(Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 7 juillet 1864.)

I.

Pour expliquer conformément à la théorie mécanique de la chaleur, la production par le courant électrique d'une action extérieure au circuit dans lequel il se propage, telle que le développement d'un travail mécanique ou de courants d'induction, on a recours à une hypothèse qui a été proposée par M. Helmholtz, MM. Scoresby et Joule, M. Clausius et d'autres physiciens. On peut l'exposer de la manière suivante :

Quand le courant n'exerce pas d'action extérieure, la chaleur dégagée dans le circuit est équivalente à la totalité de la chaleur dépensée par

l'action chimique qui se passe dans la pile[1]. Cette action chimique est elle-même proportionnelle à l'intensité du courant conformément à la loi électrolytique. — Si le courant vient à exercer une action extérieure, son intensité, et par conséquent l'action chimique diminuent. La quantité de chaleur totale dépensée par la pile se sera donc abaissée proportionnellement à l'intensité. Mais on sait que la chaleur développée par un courant dans un conducteur est proportionnelle au carré de l'intensité; par conséquent, la chaleur dégagée dans le circuit doit avoir diminué proportionnellement au carré de l'intensité, tandis que la chaleur dépensée n'a diminué que proportionnellement à la simple intensité. Donc la chaleur dégagée dans le circuit n'est plus équivalente à la totalité de la chaleur correspondant à l'action chimique, et la différence représente le travail externe engendré.

Les diverses recherches expérimentales qui ont été faites jusqu'ici, celles, par exemple, de M. P.-A. Favre, de M. Leroux, de M. Matteucci et les miennes[2], s'accordent, en général, avec cette hypothèse. Néanmoins sa démonstration expérimentale n'est pas encore complète.

En particulier, cette interprétation des faits suppose que la loi électrolytique reste exacte dans le cas où le courant produit un travail externe. Cette vérification, à ma connaissance, n'a pas été effectuée d'une manière précise[3]; j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de la faire, et j'ai

[1] D'après les recherches de M. P.-A. Favre (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, 1858, t. XLVI, p. 658), et celles de M. Raoult (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1863, t. LVII, p. 509), cette loi exprimée en ces termes n'est pas toujours vraie; elle paraît exacte dans le cas de la pile de Daniell; mais pour d'autres éléments, une proportion constante du travail dépensé n'apparaîtrait pas sous forme de courant électrique, et se dégagerait immédiatement dans la pile sous forme de chaleur. Toutefois si la proportion de cette dernière quantité de chaleur est réellement constante, cela ne change rien au raisonnement; cela revient à considérer la pile comme ayant une force électromotrice moindre.

[2] Dans mes précédents travaux *sur la Corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques*, j'avais présenté cette hypothèse sous une forme différente mais identique en réalité. (Voyez mon second mémoire dans les *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle* de Genève, t. XIV, p. 413.)

[3] M. Matteucci, dans un travail qui avait pour but de déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur à l'aide d'un moteur électro-magnétique, est arrivé à des résultats qui ne s'accordent pas tous avec la loi électrolytique; mais l'habile physicien italien n'en conclut pas que la loi soit inexacte, et il indique clairement qu'il attribue les divergences à des causes de perturbation particulières. (Voyez *Annales de chimie et de physique*, 1858, tome LIV, p. 297.)

entrepris la comparaison de l'intensité avec la quantité d'action chimique, lorsque le courant exerce une action extérieure.

II.

La méthode que j'ai le plus souvent employée pour mesurer la quantité d'action chimique, consiste à déterminer le poids de cuivre déposé sur une lame ou sur un fil de platine plongé dans du sulfate de cuivre. Dans mes travaux antérieurs sur la loi électrolytique[1], j'avais déjà fait usage de ce procédé, et j'ai indiqué les moyens de le rendre très-précis, moyens qui consistent principalement à se servir de sulfate de cuivre très-pur et d'électrodes présentant une petite surface.

Depuis lors, d'autres physiciens se sont occupés de l'électrolyse du sulfate de cuivre[2], et ont trouvé que, même lorsque le liquide est neutre et que l'électrode positive est en cuivre, le poids du dépôt sur l'électrode négative est un peu plus faible que celui qu'on devrait normalement obtenir. Cette cause d'erreur est très-petite quand les électrodes ont peu de surface; M. A. Perrot l'évalue à un quart de milligramme par heure pour 100 centimètres carrés de surface.

Lorsqu'on emploie deux électrodes en platine, la liqueur devient acide, et il se dégage de l'oxygène à l'électrode positive. Dans ce cas, la quantité de cuivre déposé qui se redissout doit être plus grande qu'avec une électrode positive en cuivre. J'ai fait une série de déterminations pour rechercher quelle est la valeur de cette cause d'erreur dans diverses conditions. J'ai reconnu qu'à côté de l'influence de la durée de l'expérience et de la surface de l'électrode, la proportion de cuivre qui se redissout dépend de quelques autres circonstances.

[1] Sur la décomposition des sels de cuivre par la pile et la loi des équivalents electro-chimiques (*Archives des sciences physiques et naturelles*, 1854, tome XXVII, p. 113. — *Annales de chimie et de physique*, tome XLII, p. 257). Sur la loi des équivalents électro-chimiques (*Archives des sc. phys.*, 1855, tome XXIX, p. 265.)

[2] Voyez le mémoire de M. V. Dupré (*Archives des sc. phys. et nat.*, 1857, tome XXXV, p. 98) et celui de M. A. Perrot (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1859, tome XLIX, p. 37).

En premier lieu, elle augmente avec la température à laquelle on opère. J'avais déjà signalé précédemment [1] le fait que le sulfate de cuivre, même à l'état neutre, dissout une forte proportion de cuivre à une température voisine de 100°. Mais il n'est pas nécessaire d'élever autant la température pour observer des différences sensibles; c'est ce que montrent un certain nombre d'expériences faites de la manière suivante. Dans un même circuit voltaïque on introduisait deux voltamètres semblables à sulfate de cuivre, et munis chacun, comme électrodes, de fils en platine de 1^{mm} de diamètre, plongeant de 6 à 7 centimètres dans le sulfate de cuivre; la surface de chaque électrode était donc de 2 centimètres carrés environ. L'électrode positive de l'un des voltamètres avait été préalablement recouverte de cuivre galvanoplastique; par conséquent, dans ce voltamètre la liqueur ne devenait pas acide, et en raison de la petite surface de l'électrode négative, la redissolution du cuivre déposé devait être tout à fait insensible: d'après l'évaluation de M. Perrot, elle ne s'élèverait qu'à 0^{mg},005 par heure. La différence entre les poids de cuivre séparés dans les deux appareils donnait donc l'erreur qu'il s'agissait d'étudier. Or, cette différence varie suivant la température à laquelle on opère, comme le montrent les résultats consignés dans le tableau suivant :

[1] Mémoire cité (*Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1854, p. 121).

Durée de l'expérience.	POIDS DE CUIVRE DÉPOSÉ				Température ambiante.
	Voltamètre à électrode positive en cuivre.	Voltamètre à électrode positive en platine.	Différence.	Différence par heure.	
	gr	gr	gr	gr	
20 heures	0,3044	0,3011	—0,0033	0,000165	
18h 45m	0,1086	0,1055	0,0031	0,000165	
3h	0,0710	0,0706	0,0004	0,000133	
6h	0,1932	0,1923	0,0009	0,000150	20° à 22° C.
5h 35m	0,0614	0,0605	0,0009	0,000161	
4h 40m	0,2180	0,2173	0,0007	0,000150	
3h	0,4670	0,4665	0,0005	0,000167	
3h	0,2529	0,2527	0,0002	0,000150	
21h	0,6655	0,6628	0,0027	0,000129	
23h 30m	0,3707	0,3681	0,0026	0,000111	7° à 13° C.
23h	0,3323	0,3302	0,0021	0,000091	
23h 20m	0,0626	0,0620	0,0006	0,000025	Entourés d'eau ra-
22h 45m	0,5317	0,5305	0,0012	0,000053	fraîchie de 6 à 13°.

N. B Les températures indiquées pour les onze premières expériences sont celles de la salle où l'on opérait; comme la décomposition électro-chimique produit un réchauffement, le liquide se trouvait à une température supérieure à celle qui est indiquée. Dans les deux dernières expériences qui, comme les huit premières, ont été faites en été, les voltamètres étaient entourés d'eau rafraîchie avec de la glace; dans ce cas l'élévation de température résultant de la décomposition est très-peu sensible, et la différence entre les deux voltamètres devient plus faible.

En second lieu, cette cause d'erreur est d'autant plus grande que la proportion d'oxygène dissous dans l'électrolyte devient plus considérable; ainsi, en employant une lame de platine pour électrode positive, le poids du dépôt est plus faible que si l'oxygène se dégage sur un fil de platine; en effet, si l'électrode a une grande surface, l'oxygène apparaît sous la forme de très-petites bulles qui restent longtemps adhérentes au métal, en sorte que le gaz se dissout plus facilement que l'électrolyte. Le tableau suivant contient les résultats de douze expériences où l'on a comparé l'action chimique dans deux voltamètres à sulfate de cuivre ne différant que par la surface de l'électrode positive, qui était formée d'un fil de

platine dans l'un des appareils, et d'une lame de platine (12 cent. carrés de surface) dans l'autre :

Numéro des expériences.	Durée de l'expérience.	POIDS DU CUIVRE DÉPOSÉ		
		Fil de platine pour électrode positive.	Lame de platine pour électrode positive.	Différence.
		gr	gr	gr
1	21h	0,0874	0,0856	—0,0018
2	23h 15m	0,1658	0,1650	0,0008
3	22h 30m	0,1092	0,1071	0,0021
4	20h	0,4989	0,4982	0,0007
5	21h	0,2596	0,2592	0,0004
6	21h	0,3414	0,3407	0,0007
7	21h	0,0726	0,0718	0,0008
8	20h	0,0612	0,0603	0,0009
9	20h	0,3960	0,3956	0,0004
10	13h 30m	0,1137	0,1132	0,0005
11	21h 15m	0,2041	0,2034	0,0007
12	20h 45m	0,1224	0,1200	0,0024

N. B. La température du laboratoire était très-basse (près de 0°) pendant les expériences 4 à 10.

On voit que le poids du dépôt de cuivre était constamment plus faible dans le voltamètre où la dissolution de l'oxygène pouvait s'opérer le plus aisément. Cet effet est bien la conséquence d'une altération des liquides, et ne dépend pas directement de la surface de l'électrode. En effet, si après une expérience faite dans les conditions que nous venons de décrire, on répète la détermination en remplaçant la lame de platine par un fil, sans changer les liquides, on reconnaît que le poids de cuivre déposé est plus faible dans le voltamètre qui contenait précédemment l'électrode à grande surface et qui, par conséquent, contient le plus d'oxygène en dissolution. Ainsi, dans trois expériences faites immédiatement après les déterminations n° 8, 10 et 12 du tableau précédent, on a trouvé les chiffres consignés dans les trois premières lignes du tableau suivant. La quatrième expérience a été faite sur les mêmes liquides que la troisième, après qu'on les avait fait bouillir; dans ce cas, l'oxygène

ayant été chassé et les électrodes étant identiques, on n'observe plus la même différence[1].

Durée de l'expérience.	POIDS DE CUIVRE DÉPOSÉ DANS LE VOLTAMÈTRE QUI CONTENAIT PRÉCÉDEMMENT		
	le fil de platine.	la lame de platine.	Différence.
	gr	gr	gr
24h	0,0267	0,0262	—0,0005
23h	0,0621	0,0614	—0,0007
23h 45m	0,0729	0,0713	—0,0016
	liqueurs rebouillies		
21h 30m	0,6572	0,6574	+0,0002

En résumé, cette cause d'erreur est toujours petite, et avec un voltamètre à sulfate de cuivre pur et deux fils de platine pour électrodes, on peut estimer à environ $^1/_{10}$ de milligramme par heure le poids de cuivre qui se redissout[2].

Dans les expériences que je rapporterai plus bas, toutes les fois qu'un voltamètre à deux fils de platine était placé dans le circuit, cette cause

[1] Une autre preuve que cet effet résulte bien d'une action secondaire, c'est qu'en recouvrant de cuivre les électrodes positives, quelle que soit leur dimension, on trouve le même poids de cuivre déposé, pourvu que l'expérience soit bien faite, et qu'en particulier on ait soin de séparer les deux électrodes par un diaphragme en papier à filtrer pour empêcher le dépôt sur l'électrode négative des particules de cuivre détachées de l'anode soluble. Je pense qu'il est inutile de rapporter les résultats numériques des expériences que j'ai faites de cette manière.

[2] Il est facile de voir que cette cause d'erreur n'a pas pu exercer d'influence sensible sur les résultats auxquels je suis parvenu dans mes mémoires sur la loi électrolytique. Dans les déterminations qui ont fait l'objet du premier travail que j'ai publié (*Archives des sc. phys. et nat.*, 1854, tome XXVII, p. 113), il s'agissait principalement de comparer les poids des dépôts métalliques dans deux dissolutions de sulfate de cuivre, différant soit par la concentration, soit par la présence d'acide ou d'autres sels. Les expériences ne duraient habituellement que 2 ou 3 heures; ainsi l'erreur, évaluée à $^1/_{10}$ de milligramme par heure, rentrait dans les limites d'incertitude des pesées. De plus, il devait se produire une action analogue dans chacun des deux voltamètres : ce n'est donc que la différence de ces actions déjà presque inappréciables qui aurait pu influer sur les résultats. — Dans un second mémoire (*Archives*, 1855, tome XXIX, p. 265) j'ai comparé les poids de cuivre, d'hydrogène et d'argent séparés par l'électrolyse; les expériences ont été, en général, courtes, et dans celles qui ont eu le plus de durée on renouvelait le sulfate de cuivre au milieu de l'expérience, ce qui diminuait la cause d'erreur. Du reste, en appliquant aux résultats obtenus une correction de $^1/_{10}$ de milligr. par heure, la vérification de la loi électrolytique est encore plus approchée, en exceptant toutefois la dernière comparaison du cuivre et de l'hydrogène, expérience où l'appareil qui servait depuis longtemps perdait probablement un peu.

d'erreur était absolument insensible, parce que la température ambiante était assez basse, et surtout à cause de la courte durée de l'expérience (presque toujours une heure, jamais plus de deux). On s'est assuré, en particulier, qu'en mettant dans le circuit deux voltamètres, dans l'un desquels l'électrode négative était formée d'un seul fil, tandis que dans l'autre l'électrode était formée de deux fils, c'est-à-dire présentait une surface double, on n'obtenait pas de différence de poids. Le tableau suivant donne les résultats des déterminations qui ont mis ce fait en évidence.

Durée de l'expérience.	POIDS DE CUIVRE DÉPOSÉ DANS LE VOLTAMÈTRE AYANT POUR ÉLECTRODE NÉGATIVE		
	un fil de platine.	deux fils de platine.	Différence.
	gr	gr	gr
1h	0,1265	0,1263	—0,0002
1h	0,1237	0,1237	0
2h	0,2975	0,2977	+0,0002
2h	0,2132	0,2132	0
2h	0,2409	0,2406	—0,0004
1h	0,1380	0,1385	+0,0005
2h	0,1989	0,1989	0
1h	0,0795	0,0796	+0,0001
1h	0,0769	0,0772	+0,0003
1h 40m	0,0949	0,0947	—0,0002
	deux fils de platine	quatre fils de platine	
1h	0,1508	0,1510	+0,0002
1h	0,1945	0,1944	—0,0001
	un fil de platine (fil positif recouvert de cuivre)	un fil de platine (fil positif en platine)	
1h	0,1892	0,1891	—0,0001
2h	0,2910	0,2906	—0,0004

Dans d'autres expériences, les plus importantes, j'ai mesuré l'action chimique, non pas au moyen d'un voltamètre introduit dans le circuit, mais en déterminant le poids du cuivre déposé dans la pile même. J'employais un élément de Daniell dans lequel la lame de cuivre ordinaire était remplacée soit par un fil de platine, soit par une lame de platine. Dans ce dernier cas, la surface sur laquelle le dépôt s'opère est plus

grande; elle n'a toutefois jamais dépassé 12 centimètres carrés; comme dans ces conditions il n'y a pas de dégagement d'oxygène, et que la liqueur reste neutre, on peut, d'après l'évaluation de M. Perrot, estimer l'erreur commise à $\frac{1^{mg}}{4} \times \frac{12}{100} = 0^{mg},03$ par heure, durée ordinaire de l'expérience. De plus, on a toujours eu soin de comparer les déterminations faites lorsque le courant exerçait une action extérieure avec d'autres déterminations faites avec un courant continu dans des circonstances semblables.

Je crois donc que cette méthode est d'une précision plus que suffisante.

III.

Pour la mesure de l'intensité du courant, je me suis servi d'une boussole des sinus, construite à Paris par M. Ruhmkorff. Cet instrument peut également servir comme boussole des tangentes; mais, dans ce cas, je n'ai pas trouvé que la précision fût suffisante.

Lorsqu'on veut obtenir une action extérieure de quelque énergie, on ne peut pas employer un courant continu : il faut que le circuit soit périodiquement fermé et ouvert au moyen d'un interrupteur. Quand ces alternatives de passages et d'arrêts du courant se succèdent rapidement et que l'appareil marche régulièrement, l'aiguille de la boussole prend une position stable, et sa déviation mesure l'intensité moyenne du courant discontinu.

On observait cette déviation de deux en deux minutes, pendant toute la durée de l'expérience; la moyenne de ces observations donnait la mesure de l'intensité moyenne. Quand on opérait avec un courant continu, on pouvait se contenter d'observer de quatre en quatre minutes, parce que les variations d'intensité étaient lentes et beaucoup plus régulières.

IV.

Relativement à la production de l'action extérieure, ce qui importe, ce n'est pas tant que sa valeur absolue soit grande, mais bien que le rapport du travail externe au travail total soit considérable : il faut, pour faire la vérification dans de bonnes conditions, que la proportion de la chaleur dépensée qui se convertit en travail externe la plus forte possible.

Dans ce but, j'ai presque toujours fait usage de l'appareil de Ruhmkorff. Toutefois, j'ai fait quelques essais avec des moteurs électro-magnétiques; mais ces appareils présentent l'inconvénient d'exiger, en général, l'emploi d'une pile assez forte. Si la disposition de la machine permet d'employer une pile composée d'un seul élément, il faut lui donner une grande surface; alors il devient difficile de déterminer avec précision le poids du cuivre déposé dans cet élément. Si la pile est formée de plusieurs éléments en série, la mesure de l'action chimique totale perd également de sa précision. En effet, qu'est-ce qu'on doit se proposer dans cette vérification de la loi électrolytique? C'est de voir si l'action chimique totale diminue dans la même mesure que l'intensité lorsque le courant vient à produire une action extérieure. Or, l'action chimique mesurée dans un élément n'est que le quotient de l'action chimique totale par le nombre d'éléments. On est donc dans des conditions de sensibilité d'autant moindre que le nombre d'éléments est plus considérable.

Au contraire, avec l'appareil de Ruhmkorff il n'est pas nécessaire d'employer un courant puissant pour obtenir une action extérieure relativement considérable. La résistance du circuit primaire est faible : on peut donc, si on le désire, se servir d'une pile d'un seul élément, de dimension assez petite pour permettre une détermination précise de de l'action chimique.

V.

Pour déterminer le coefficient de l'appareil, j'ai fait de nombreuses expériences en employant des courants continus d'intensité diverse. Ces expériences ont été intercalées entre celles où il se produisait une action extérieure, en ayant soin d'opérer du reste dans des conditions identiques. Ainsi, à chaque série de déterminations dans le cas de la production d'un travail externe, correspond une série d'expériences faites avec un courant continu, et dont la moyenne donne le coefficient de l'appareil.

Si l'on considère l'ensemble de chaque série de ces expériences faites avec un courant continu, on reconnaît que les résultats sont parfaitement concordants : le poids du dépôt de cuivre obtenu directement par la pesée dans chaque expérience s'écarte au plus d'un demi-milligramme environ du poids calculé au moyen de l'intensité et du coefficient donné par la moyenne de la série. C'est ce que l'on peut voir dans le tableau suivant, qui comprend toutes les déterminations effectuées dans ces conditions, à l'exception de celles qui avaient été faites dans quelques essais préliminaires.

Numéro de la série.	Durée de l'expérience	Intensité moyenne.	POIDS DE CUIVRE DÉPOSÉ			Observations.
			Calculé.	Trouvé.	Écart de la moyenne.	
			gr	gr	gr	
	1h	0,41782	0,1240	0,1237	−0,0003	
	1h	0,42609	0,1265	0,1267	+0,0002	Cuivre déposé sur un fil de platine dans un voltamètre à sulfate de cuivre.
I	2h	0,48909	0,2903	0,2908	+0,0005	
	2h	0,50153	0,2977	0,2975	−0,0002	
	1h	0,63905	0,1897	0,1892	−0,0005	
	2h	0,36030	0,2134	0,2132	−0,0002	
	2h	0,40806	0,2416	0,2412	−0,0004	
II	1h	0,46824	0,1386	0,1385	−0,0001	Id.
	1h	0,50755	0,1503	0,1508	+0,0005	
	1h	0,65583	0,1942	0,1945	+0,0003	
	1h	0,26069	0,0772	0,0770	−0,0002	
	1h	0 26909	0,0797	0,0795	−0,0002	Cuivre déposé dans la pile même sur un fil de platine.
	1h	0,28907	0,0856	0,0861	+0,0005	
III	1h	0,30398	0,0900	0,0895	−0,0005	Les poids de cuivre calculés ont été obtenus au moyen du coefficient déduit de la série précédente.
	40m	0,33133	0,0654	0,0651	+0,0003	
	2h	0,33591	0,1989	0,1989	0	
	1h	0,40645	0,1203	0,1206	+0,0003	
IV	1h	0,35930	0,1064	0,1067	−0,0003	Cuivre déposé sur un fil de platine dans un voltamètre à sulfate de cuivre. Coefficient déduit de la série II.
	1h	0,52267	0,1548	0,1545	+0,0003	
	1h	0,50284	0,1483	0,1488	+0,0005	
	1h	0,53580	0,1580	0,1582	+0,0002	Cuivre déposé dans la pile même sur une lame de platine (12 cent. carrés de surface).
V	1h	0,54590	0,1610	0,1604	−0,0006	
	1h	0,83532	0,2463	0,2462	−0,0001	Les 2 dernières expériences ne sont pas entrées dans le calcul du coefficient de cette série.
	1h	0,59665	0,1759	0,1757	−0,0002	
	1h	0,64980	0,1916	0,1912	−0,0004	

On peut conclure de là que la méthode est suffisamment précise, et ces résultats prouvent une fois de plus l'exactitude de la loi électrolytique dans le cas où le courant est continu.

Passons maintenant aux expériences qui ont été faites avec un courant discontinu.

VI.

Dans quelques séries d'expériences préliminaires, on a mesuré l'intensité du courant à la boussole des tangentes. Comme je l'ai dit plus haut, ce mode de mesure n'était pas suffisamment précis : l'aiguille, qui reposait sur une pointe par une chape d'agate, ne revenait pas toujours exactement à la même position d'équilibre. Toutefois, les résultats donnent une vérification assez approchée de la loi électrolytique, comme on le verra dans les tableaux suivants.

Dans la première série, on a mesuré l'action chimique par la décomposition de l'eau en recueillant le gaz dégagé dans une cloche graduée. Le coefficient de l'appareil a été déterminé par la moyenne des expériences faites avec un courant continu en éliminant celles où la déviation de la boussole des tangentes avait dépassé 60°. Les déterminations avec un courant discontinu ont été faites dans des conditions variables indiquées dans la colonne *observations:* tantôt on plaçait un simple interrupteur dans le circuit, tantôt on y introduisait une machine électro-magnétique, etc. En tout cas, l'action extérieure était faible comparée au travail total.

COURANT CONTINU.			COURANT DISCONTINU.			
Gaz dégagé en une minute.			Gaz dégagé en une minute.			Observations.
Calculé.	Trouvé.	Écart de la moyenne.	Calculé.	Trouvé.	Différence.	
div.	div.	div.	div.	div.	div.	
12,89	12,95	+0,06	13,74	13,83	+0,09	Interrupteur et hélice dans le circuit.
19,98	19,68	—0,30	11,51	11,48	—0,03	Machine électro-magnétique de Bonijol.
11,22	11,20	—0,02	20,63	20,71	+0,08	Interrupteur seul.
22,90	23,16	+0,26	16,41	16,57	+0,16	Machine électro-magnétique de Bonijol.
Déviation dépassant 60°			19,11	19,17	+0,06	Machine ralentie par frottement
44,85	46,57	+1,72				
46,75	48,67	+1,92				
45,58	47,03	+1,45				

Dans les deux séries suivantes, on a mesuré l'action chimique par la décomposition du sulfate de cuivre tantôt dans la pile même, tantôt dans un voltamètre. Toutes les expériences ont duré une heure, à l'exception d'une d'entre elles qui a été prolongée pendant 2 heures.

COURANT CONTINU.			COURANT DISCONTINU.			
Poids du cuivre déposé.			Poids du cuivre déposé.			Observations.
Calculé.	Trouvé.	Écart de la moyenne.	Calculé.	Trouvé.	Différence.	
gr	gr	gr	gr	gr	gr	
0,2204	0,2201	—0,0003	0,0677	0,0646	—0,0031	Interrupteur.
0,0251	0,0252	+0,0001	0,1032	0,1029	—0,0003	Machine électro-magnétique de Froment.
0,1827	0,1829	+0,0002				
0,1764	0,1776	+0,0012	0,0796	0,0794	—0,0002	Interrupteur.
0,2166	0,2163	—0,0003	0,0858	0,0853	—0,0005	Idem.
0,2210	0,2202	—0,0008	0,2466	0,2478	+0,0012	Appareil de Ruhmkorff (petit modèle).

VII.

On arrive à une précision beaucoup plus grande dans la mesure de l'intensité en se servant de la boussole des sinus; c'est cette méthode que j'ai employée dans toutes les expériences dont il va être question.

Dans une première série, le circuit était formé d'une pile composée de 4 à 6 grands éléments de Daniell, d'un voltamètre à sulfate de cuivre et à deux électrodes en fil de platine, de la boussole et de l'appareil Ruhmkorff (grand modèle) muni de son interrupteur à mercure [1]. Dans cette disposition, la résistance est très-grande; il en résulte que les petites irrégularités de marche de l'interrupteur à mercure sont le plus sou-

[1] Cet appareil a été mis à ma disposition par M. Bunsen; une grande partie de ces recherches, en effet, ont été effectuées dans le laboratoire de l'illustre chimiste de Heidelberg, qui a bien voulu m'accorder l'hospitalité la plus aimable et la plus cordiale.

vent insensibles : l'aiguille de la boussole est assez stable pour que l'on puisse en observer la déviation. Mais en même temps l'action extérieure, comme on pouvait le prévoir, est très-petite relativement au travail total dépensé. On en a la preuve dans la faiblesse des variations d'intensité que subit le courant, suivant qu'on lui fait ou non produire le travail externe.

Le tableau ci-dessous contient les déterminations qui ont été faites de cette manière. Les poids de cuivre calculés ont été obtenus au moyen du coefficient résultant de la série II du tableau de la page 140.

Durée de l'expérience.	POIDS DE CUIVRE DÉPOSÉ.		
	Calculé.	Trouvé.	Différence.
	gr	gr	gr
1h	0,1019	0,1022	+0,0003
1h 30m	0,2115	0,2101	—0,0014
1h 30m	0,2296	0,2283	—0,0013
1h 30m	0,2305	0,2310	+0,0005
1h	0,1412	0,1409	—0,0003

Les résultats calculés et observés se rapprochent d'autant plus, que l'intensité du courant est plus constante. Dans la deuxième et la troisième expérience, où l'écart a été le plus fort, l'aiguille de la boussole subissait des oscillations de près d'un demi-degré. Dans les deux dernières, grâce à une petite modification de l'interrupteur, la déviation est devenue beaucoup plus stable.

On peut donc considérer ces résultats comme *conformes à la loi électrolytique :* mais, par suite de la grande résistance du circuit, ils prouvent seulement que le fait de la discontinuité du courant, abstraction faite de l'action extérieure qui peut en être la conséquence, n'apporte aucune perturbation, et que la déviation moyenne de l'aiguille de la boussole donne bien, comme on l'admet, la mesure de l'intensité moyenne du courant discontinu.

VIII.

Pour reconnaître si la production même de l'action extérieure exerce une influence, il faut rendre le travail externe relativement plus considérable; et pour cela, il faut diminuer la résistance, enlever le voltamètre à sulfate de cuivre, réduire la pile à un seul élément de petite dimension et mesurer l'action chimique en déterminant le poids de cuivre déposé dans cet élément même.

Dans cette nouvelle disposition de l'appareil, la régularité de l'interrupteur à mercure n'est plus suffisante; il est très-rare que l'aiguille de la boussole ait assez de stabilité pour que l'on puisse mesurer sa déviation. Je n'y ai réussi que deux fois malgré de nombreux essais. J'ai dû, par conséquent, modifier l'appareil en lui adaptant un interrupteur à roue dentée. La roue elle-même était en laiton; elle portait 80 dents; elle était montée sur un axe horizontal disposé au-dessus d'un petit vase en fer-blanc rempli d'alcool. La partie inférieure de la roue plongeait dans ce liquide, et un ressort en platine, s'élevant du fond du vase de fer-blanc, venait appuyer sur les dents de la roue mise en mouvement à l'aide d'une machine électro-magnétique. Les interruptions du circuit se faisaient ainsi sous l'alcool.

Pour le genre de recherches qui nous occupe, cet interrupteur est très-supérieur à l'interrupteur à mercure, et cela pour deux raisons. En premier lieu, même lorsque la résistance est faible, on arrive à obtenir une stabilité de l'aiguille de la boussole suffisante pour permettre la mesure de la déviation. L'aiguille cependant est loin d'être aussi fixe que lorsqu'on emploie des courants continus, et la précision des déterminations est sensiblement moindre. En second lieu, les interruptions se succèdent beaucoup plus rapidement : on en obtient facilement 5 à 4000 par minute. Il en résulte que l'action extérieure est considérable-

ment augmentée, en sorte que les variations d'intensité que subit le courant quand on modifie ou que l'on supprime l'action extérieure, sont extrêmement considérables. Ainsi, par exemple, l'intensité passait à peu près du simple au double, suivant que l'on ouvrait ou que l'on fermait le circuit induit de l'appareil de Ruhmkorff.

Cela étant, on a fait des expériences, tantôt en fermant le circuit induit de l'appareil de Ruhmkorff, tantôt en le laissant ouvert. Dans le premier cas, l'intensité du courant primaire est plus forte, le travail externe consiste principalement en courants induits; dans le second cas, l'intensité est plus faible, les courants induits ne se propagent pas, mais les étincelles sont plus fortes dans l'interrupteur. On a donc deux modes divers de production de l'action extérieure.

Le tableau suivant renferme les résultats qui ont été obtenus. Le courant était produit par un petit élément de Daniell dans lequel la lame de cuivre ordinaire était remplacée par une lame de platine de 12 centimètres carrés de surface, sur laquelle le cuivre se déposait. Les poids de cuivre calculés ont été obtenus d'après la mesure de l'intensité et au moyen du coefficient de l'appareil déterminé par une série d'expériences parallèles faites avec un courant continu (série V du tableau de la page 140). Toutes les expériences ont eu la même durée (une heure), en sorte que les poids de cuivre déposé donnent en même temps la mesure de l'intensité moyenne du courant.

POIDS DE CUIVRE DÉPOSÉ.			Observations.	
Calculé.	Trouvé.	Différence.		
gr	gr	gr		
0,1679	0,1685	+0,0006	Interrupteur à mercure.	Circuit induit fermé.
0,1777	0,1779	+0,0002	Idem.	Circuit induit ouvert.
0,1685	0,1683	−0,0002	Interrupteur à roue dentée.	Circuit induit fermé.
0,1321	0,1322	+0,0001	Idem.	Idem.
0,1380	0,1381	+0,0001	Idem.	Idem.
0,1072	0,1065	−0,0007	Idem.	Idem
0,0915	0,0921	+0,0006	Idem.	Idem.
0,0897	0,0896	−0,0001	Idem.	Circuit induit ouvert.
0,0900	0,0890	−0,0010	Idem.	Idem.
0,0717	0,0717	0	Idem.	Idem.

On voit que les différences entre les poids calculés et les poids observés sont extrêmement petites; *ces résultats me paraissent donc mettre hors de doute l'exactitude de la loi électrolytique pour ce qui concerne le poids du dépôt de cuivre.*

IX.

J'ai aussi cherché à déterminer l'action chimique par la quantité de métal électro-positif dissous. Je ne suis parvenu ni avec le zinc pur, ni avec le zinc amalgamé, à obtenir des résultats présentant quelque exactitude : toujours il s'est produit une action locale, trop grande pour que l'on pût la négliger, trop irrégulière pour qu'on pût la calculer. Avec le cadmium j'ai réussi un peu mieux, mais les résultats sont encore loin de présenter la précision à laquelle on atteint par la pesée du dépôt de cuivre. Les lames de cadmium, amalgamées ou non, et plongées dans des liquides divers, sont attaquées lors même que le circuit n'est pas fermé, et cette action locale varie non-seulement avec chaque lame, mais

encore avec l'état de la surface du métal. Ce que j'ai trouvé de mieux pour opérer la correction relative à cette cause d'erreur, consiste à faire, avec la même lame, trois déterminations successives en employant dans la première un courant continu, dans la seconde un courant discontinu avec production d'action extérieure, dans la troisième de nouveau un courant continu. Dans chacune de ces trois opérations, on détermine le poids de cuivre déposé dans l'élément et le poids de cadmium dissous. S'il n'y avait pas eu d'action locale, ces poids, d'après la loi électrolytique, auraient été dans le rapport des équivalents chimiques du cuivre et du cadmium. La différence entre le poids de cadmium trouvé directement et calculé d'après le poids du cuivre, mesurait donc l'action locale dans la première et la troisième détermination. On a admis que la moyenne représente l'action locale que subissait le cadmium pendant la seconde détermination.

La pile était formée d'un petit élément composé d'une lame de cadmium dans de l'eau acidulée, et d'une lame de platine dans du sulfate de cuivre. Il n'était pas nécessaire de mesurer l'intensité à la boussole, puisque les expériences précédentes avaient montré qu'en tout cas le poids de cuivre déposé est proportionnel à l'intensité. Dans chaque détermination on a laissé marcher le courant pendant une heure.

Les résultats de cette série d'expériences sont contenus dans le tableau suivant. Il donne aussi à la quatrième colonne, et pour chaque expérience, la valeur de la correction obtenue, comme nous l'avons dit, au moyen des deux déterminations qui ont été faites avec un courant continu, et dont les résultats immédiats ne sont pas indiqués dans le tableau.

POIDS DE CADMIUM DISSOUS.			VALEUR de la correction.	Observations.	
Trouvé et corrigé.	Calculé d'après le poids de cuivre.	Différence.			
gr	gr	gr	gr		
0,1883	0,1876	+0,0007	0,0093	Courant induit fermé.	Lames non amalgamées.
0,2120	0,2075	+0,0045	0,0049		
0,1596	0,1622	—0,0026	0,0105	»	Lames amalgamées.
0,1668	0,1679	—0,0011	0,0117	»	
0,1581	0,1543	+0,0038	0,0182	»	
0,1636	0,1676	—0,0040	0,0122	»	
0,1867	0,1876	—0,0009	0,0105	»	
0,0972	0,0981	—0,0009	0,0105	Courant induit ouvert.	

On voit que la différence entre les poids calculés et observés est habituellement beaucoup plus forte que les erreurs possibles des pesées. Toutefois ces différences sont tantôt positives, tantôt négatives, et rien n'indique que la production d'une action extérieure soit accompagnée d'un changement dans la proportion du métal électro-positif qui se dissout. Je pense donc que l'on peut considérer ces résultats *comme confirmant aussi l'exactitude de la loi électrolytique dans le cas où le courant produit un travail externe.*

RAPPORT

SUR LES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

DEPUIS JUILLET 1864 A JUIN 1865

PAR

M. E. PLANTAMOUR

PRESIDENT

Lu à la Société dans sa séance du 1er juin 1865.

Messieurs,

Au moment de quitter la présidence, je viens, suivant l'usage établi par notre règlement, vous présenter un rapport sur les travaux de la Société pendant l'année qui vient de s'écouler. Le compte rendu, dont je vais vous donner lecture, est une reproduction abrégée des procès-verbaux de nos séances; seulement, l'ordre chronologique a été interverti pour classer les différentes communications suivant le sujet auquel elles se rapportent. Je me suis conformé, dans ce classement, à la division usitée entre les sciences physiques et les sciences naturelles, bien que la ligne de démarcation entre ces deux branches des connaissances humaines soit loin d'être tranchée; dans bien des cas, en effet, il est assez difficile de décider, dans laquelle des deux catégories certains travaux, qui se rapportent à la physiologie, ou à la géologie, doivent être rangés.

Sciences Physiques.

M. Galopin a présenté le résultat de quelques recherches théoriques qu'il a faites sur la résistance qu'opposent les fluides au mouvement des corps solides. Il s'est occupé surtout de l'effet qui serait produit par différents solides de révolution se mouvant dans le sens de leur axe, et conclut que les corps agissent d'une manière différente, suivant leur forme, pour modifier la densité du fluide.

M. Achard a communiqué à la Société un travail[1] consacré à l'étude du second principe de la théorie mécanique de la chaleur. L'auteur discute, dans ce mémoire, les recherches de Rankine et de Clausius sur ce sujet. Le même membre a fait aussi un rapport sur un perfectionnement apporté par M. Foucault au régulateur à force centrifuge.

M. Lucien de la Rive a lu une note sur une application du calcul des probabilités; il s'est proposé de déterminer les fonctions du temps exprimant la probabilité qu'un événement arrive un certain nombre de fois dans un temps donné.

M. le général Morin, présent à l'une des séances, a fait une communication sur ses études relatives à la ventilation, et sur les résultats obtenus par les procédés de ventilation établis dans les amphithéâtres du Conservatoire des Arts et Métiers, et dans quelques hôpitaux de Paris.

M. le professeur Gautier a continué à tenir la Société au courant des recherches des astronomes étrangers, en particulier des discussions qui ont lieu en Angleterre sur la constitution de la surface du soleil, sur la nature des taches et sur les apparences assimilées par les uns à des grains de riz, par d'autres à des feuilles de saule. Les travaux de M. Wolf sur les taches du soleil, de M. Webb sur des changements qui s'opèrent à la surface de la lune, de M. E. Quetelet sur le mouvement propre des étoiles, de M. Auwers sur l'orbite de Sirius ont été analysés par lui dans différentes séances. M. Gautier a rendu compte également de l'opération

[1] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

géodésique entreprise par une expédition suédoise, pour la mesure d'un arc de degré du méridien au Spitzberg, à une latitude de 78°, et de divers travaux sur les lignes spectrales de la lumière des planètes, des étoiles et des nébuleuses. M. Gautier a aussi montré à la Société des spécimens de dépêches télégraphiques autographiées, dont quelques-unes étaient accompagnées de dessins, obtenus par le système Caselli établi entre Paris et Lyon.

M. E. Gautier a fait une communication sur les travaux de M. Howlet relatifs à la constitution du soleil, et il a mis sous les yeux de la Société des photographies du soleil obtenues dans différents observatoires anglais; ces dessins montrent les taches et les facules avec une netteté remarquable. Le même membre, après son retour de Rome, où le Père Secchi avait mis avec beaucoup d'obligeance le grand réfracteur du collége romain à sa disposition, a rendu compte des observations qu'il y a faites sur l'apparence de la surface du soleil, et de ses recherches sur la constitution physique de cet astre.

M. Plantamour a présenté le résultat des expériences qu'il a faites avec un pendule à réversion, pour déterminer à Genève la longueur du pendule simple qui bat la seconde. L'instrument, exécuté par M. Repsold, de Hambourg, lui a été confié par la Commission géodésique fédérale, et le même appareil doit servir successivement à étudier la pesanteur sur différents points de la Suisse. Le même membre a montré à la Société un cadran solaire portatif, construit sur un modèle analogue à ceux qui ont été établis dans un certain nombre de stations météorologiques fédérales, lorsque la distance d'un bureau télégraphique, ou l'absence de communications postales régulières, rendait nécessaire de fournir aux observateurs un moyen d'avoir l'heure exacte. Ces cadrans solaires ont été construits par MM. Herrmann et Studer, de Berne; l'appareil mis sous les yeux de la Société diffère de ceux établis à poste fixe dans les différentes stations, par quelques modifications qui permettent de pouvoir l'ajuster dans un endroit quelconque, dont on connaisse la latitude et la déclinaison de l'aiguille aimantée. L'instrument a été muni, dans

ce but, d'un cercle qui permet d'ajuster l'axe suivant la hauteur de l'équateur, et d'une boussole pour l'orienter. L'on peut obtenir ainsi l'heure solaire vraie à une fraction de minute près.

M. le général Dufour a présenté un rapport sur les essais qui ont été faits pour lever des plans topographiques à l'aide de la photographie, et il a fait remarquer que l'on ne pourrait guère arriver ainsi à lever des plans complets, parce que les points saillants doivent masquer les autres.

M. le professeur Marcet a communiqué quelques-uns des résultats obtenus par M. Glaisher dans ses résumés météorologiques fondés sur une série d'environ 90 ans d'observations faites à Greenwich; il a signalé, en particulier, l'élévation graduelle de la température moyenne qui paraît se manifester dans le cours de cette période.

M. le professeur de la Rive a communiqué à la Société ses nouvelles recherches sur l'électricité, en particulier celles relatives à l'influence qu'exerce sur la constitution moléculaire des corps l'action combinée de l'électricité et du magnétisme. M. de la Rive a repris des expériences, qu'il avait faites déjà en 1846, sur les sons que rendent les corps conducteurs traversés par des courants discontinus, quand ils sont soumis à l'influence d'un fort électro-aimant, et il est disposé à attribuer cette rupture de l'équilibre moléculaire à un effet d'orientation des molécules, analogue à celui qui a lieu pour les corps magnétiques simplement traversés par un courant discontinu. M. de la Rive a fait aussi des expériences sur l'influence exercée par le voisinage d'une force magnétique très-intense sur l'arrangement des particules métalliques, quand celles-ci viennent se déposer à l'électrode négatif dans la décomposition des sels de métaux magnétiques. Enfin, le passage du jet lumineux de l'appareil Ruhmkorff à travers des vapeurs métalliques produites au moyen d'un arc voltaïque, a fourni à M. de la Rive des résultats très-curieux et intéressants; ce jet lumineux prend, dans son passage à travers ces vapeurs, une couleur très-tranchée, et variant d'un métal à l'autre, en sorte que cette couleur devient un trait caractéristique de chaque métal. En expérimentant sur des alliages métalliques, M. de la

Rive a trouvé qu'il y avait décomposition de leurs éléments dans les vapeurs métalliques, ainsi que cela résulte du dépôt des particules sur les électrodes.

M. de la Rive a entretenu, à plusieurs reprises, la Société de recherches ayant pour but d'étudier les relations qui existent entre les variations accusées par les instruments magnétiques, les variations de l'état atmosphérique, et les courants telluriques qui se manifestent en mettant en communication, par un fil télégraphique, deux plaques enfoncées en terre à une grande distance l'une de l'autre[1]. Ces communications ont été faites, soit à l'occasion de lettres adressées à notre collègue par le Père Secchi et lues à la Société, soit à l'occasion de mémoires publiés par ce dernier. C'est à des recherches sur le même sujet, que se rapportait la note présentée par M. de la Rive à la Société helvétique des sciences naturelles, dans sa dernière session à Zurich; cette note concluait par la proposition, que la Société helvétique nommât une commission chargée de faire, sur les courants terrestres, des expériences analogues à celles que le Père Secchi a exécutées dans deux directions aux environs de Rome. La proposition ayant été acceptée, la commission a été nommée, et elle a obtenu de la direction fédérale des télégraphes, qui y a mis la plus grande obligeance et le plus grand empressement, l'autorisation de faire usage, pendant un certain nombre d'heures, du fil direct reliant deux stations distantes entre elles, soit dans la direction du méridien magnétique, soit dans la direction perpendiculaire. Les premières expériences ont été faites ce printemps par MM. les professeurs de la Rive et Louis Dufour, sur la ligne entre Berne et Lausanne, et elles doivent être continuées. Si l'on est autorisé à admettre, d'après l'opinion des physiciens qui se sont le plus occupés de ce sujet, que les variations magnétiques régulières consistent en deux variations périodiques superposées l'une à l'autre, ayant des lois différentes et dues à des causes immédiates différentes, il est évident que les efforts de la science doivent tendre à chercher un moyen d'isoler l'effet produit par

[1] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

l'une des causes, dont l'action réunie se manifeste sur les barreaux aimantés. C'est dans le soleil qu'il faut, selon M. de la Rive, chercher l'origine de ces deux modes d'action différents sur le magnétisme terrestre, dont l'un est dû à l'influence directe du soleil, laquelle varie selon la distance de cet astre et la nature de sa surface, ainsi que le prouve la corrélation entre la période des variations magnétiques et celle des taches du soleil; l'autre serait dû aux courants produits par l'électricité positive de l'atmosphère et l'électricité négative de la terre, qui tendent constamment à se neutraliser dans les régions polaires, tandis que la cause, qui agit aussi constamment pour séparer les deux électricités, réside dans le soleil. Or, il paraît plus facile, ainsi que l'a exposé M. de la Rive, d'isoler les courants terrestres pour étudier leurs variations et les phénomènes auxquels ils donnent lieu, et c'est pour cela qu'il a proposé de faire, aussi en Suisse, des expériences sur des courants dérivés du grand courant terrestre.

M. Louis Soret a lu un mémoire[1] sur des recherches entreprises pour vérifier la loi électrolytique dans un cas particulier, et qui complète des travaux antérieurs. Ce mémoire avait pour but de comparer l'intensité des courants discontinus, particulièrement lorsqu'on introduit l'appareil Ruhmkorff dans le circuit, avec l'action chimique de ces courants mesurée par le poids du dépôt de cuivre effectué. M. Soret a entretenu également, à plusieurs reprises, la Société des travaux les plus récents de M. Tyndall, entre autres des recherches du physicien anglais sur les rapports qui existent entre les radiations calorifiques et lumineuses, et sur la singulière propriété d'une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone; cette substance arrête complétement le passage de la lumière sans intercepter la chaleur. Les travaux intéressants de M. Tyndall sur les rayons invisibles de la lumière électrique, et sur la calorescence, ont été aussi analysés par M. Soret.

M. le professeur Wartmann a fait un rapport sur les observations de

[1] *Recherches sur la corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques*, Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle, tome XVIII.

M. Castracane, et sur l'emploi de la lumière monochromatique appliquée au microscope. M. Castracane s'est servi de ce procédé dans ses recherches sur les diatomées vivantes et fossiles, dont il publiera prochainement un atlas, et M. Wartmann met sous les yeux de la Société des images photographiques de ces petits organismes que le savant italien a réussi à obtenir. M. Wartmann a aussi fait un rapport sur le mémoire de M. Plateau relatif à un problème curieux de magnétisme, savoir la possibilité qu'un corps magnétique puisse être maintenu en équilibre stable par des forces magnétiques. Le même travail a été l'objet de remarques présentées par MM. Lucien de la Rive et Cellérier. Ce dernier a examiné, en particulier, le cas où la force, au lieu d'agir en raison inverse du carré de la distance, agirait en raison inverse de la 5me puissance, comme cela a lieu pour les corps électrisés par influence, et il a prouvé que, dans ce cas non plus, on ne pouvait pas obtenir un équilibre stable.

M. le professeur Marignac a communiqué les premiers résultats d'une série de recherches qu'il a entreprises sur le niobium [1]. Il s'est d'abord occupé des fluorures doubles, que forme le fluorure hyponiobique avec d'autres fluorures métalliques, et il est arrivé à la conclusion, que l'hyponiobium n'est point une modification allotropique du niobium, mais bien un oxyde de niobium. M. Marignac a aussi reconnu l'association de l'acide tantalique avec l'acide hyponiobique dans les colombites d'Amérique, et il indique un moyen de les séparer. Il prouve enfin que l'acide tantalique renferme 5 équivalents d'oxygène, comme l'acide hyponiobique. M. le professeur Marignac a aussi lu une note [2] sur quelques conséquences, qui résultent des recherches de M. Karl Than relatives à la densité anomale de la vapeur de sel ammoniac, et de celles de M. Deville sur la décomposition de l'eau par la chaleur. M. Marignac a fait remarquer, que la combinaison de deux corps donne lieu fréquemment à une température bien plus élevée que celle qui est nécessaire pour opérer la décomposition des composés qu'ils forment. Il résulte de là,

[1] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXIII.
[2] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

que le temps nécessaire pour l'accomplissement d'une combinaison, ou d'une combustion, dépend de la rapidité avec laquelle l'excédant de la chaleur produite par cet acte peut se dissiper, en se communiquant aux corps environnants; ce temps pourrait même devenir très-long, s'il s'agissait de corps formant une masse considérable, entièrement isolés dans l'espace, et ne pouvant perdre de la chaleur que par la voie lente du rayonnement.

M. Delafontaine a lu à la Société un mémoire, dans lequel il expose une première série de recherches sur les terres de la gadolinite [1]; ses expériences ont porté sur l'erbine, la terbine et l'yttria; il a déterminé le poids atomique de ces oxydes par des analyses de leurs sulfates, et il combat l'opinion énoncée par M. Popp, que l'erbine est un des oxydes de la cérite. M. Delafontaine a aussi présenté une série de recherches sur les sels de l'acide molybdique [2], et sur leur comparaison avec les tungstates; il a trouvé deux séries de sels, dont l'une est composée de sels neutres, et l'autre est parallèle aux paratungstates. M. Delafontaine a montré à la Société un fragment de météorite, recueilli lors de la chute d'un assez grand nombre d'aérolithes, qui a eu lieu, le 14 mai 1864, aux environs de Montauban. La matière, dont est composé ce fragment, est d'une apparence poreuse, d'une densité relativement peu considérable; elle contient 13 °/₀ d'eau, et 6 °/₀ d'une substance très-semblable à du lignite. Un autre mémoire, que M. Delafontaine a lu à la Société, est relatif à ses recherches sur les spectres d'absorption [3]; lorsqu'on fait passer les rayons du spectre solaire au travers d'une dissolution de certains métaux, on obtient un spectre assez modifié, on voit alors paraître certaines bandes plus ou moins larges, selon le degré de concentration de la dissolution. Les métaux sur lesquels M. Delafontaine a fait ses expériences, sont le didyme, l'erbium et le terbium.

M. le docteur W. Marcet a lu à la Société deux mémoires : l'un sur un acide colloïde, tiré de l'urine, dans lequel il a ajouté quelques détails

[1] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tomes XXI et XXII.
[2] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXIII.
[3] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

nouveaux sur les propriétés chimiques et sur le poids atomique de cet acide, le second mémoire[1] avait pour objet la dialyse musculaire; M. Marcet prouve, dans ce mémoire, que la substance musculaire est perméable pour les matières colloïdes, aussi bien que pour les matières cristallisables.

M. Chaix a présenté des remarques sur l'accumulation de volcans éteints, ou en activité, que des explorations récentes ont fait connaître dans quelques régions du globe, en particulier dans la république de Nicaragua et dans la Nouvelle-Zélande. Il a signalé aussi, d'après un mémoire de M. Abich, l'apparition de plusieurs îles nouvelles qui sont émergées dans la mer Caspienne, à la suite de mouvements volcaniques, en 1857 et 1864.

Enfin, M. le docteur Pitschner a lu une relation de son ascension au Mont-Blanc en 1859, dans laquelle il a eu l'occasion de faire des observations sur divers points de physique terrestre, de physiologie et de zoologie.

Sciences Naturelles.

M. le professeur Favre a présenté à la Société un travail[2] dans lequel il résume, à un point de vue historique, la discussion qui a eu lieu au sujet du terrain houiller des Alpes; il énonce les conclusions auxquelles il est arrivé d'après ses observations faites dans diverses parties des Alpes. L'étude de la chaîne du Mont-Blanc a été le sujet de deux mémoires lus par M. Favre à la Société, dans le premier, il s'occupe de la structure en éventail de ce massif; après avoir discuté les différentes théories émises sur ce sujet, il se range à l'opinion énoncée par M. Lory, et il y joint des considérations sur la protogine, dont cette chaîne est formée. Dans un autre mémoire, il s'occupe à rechercher la succession et l'épaisseur des terrains, qui devaient recouvrir cette partie de la surface de la terre,

[1] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.
[2] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

avant que la masse du Mont-Blanc fît son apparition et soulevât les terrains qui la recouvraient. Ces terrains ont été graduellement enlevés par l'action des agents atmosphériques, et il en est résulté une dénudation énorme, qui a mis la protogine à découvert. M. Favre cherche à calculer le volume jaugé par les terrains ainsi enlevés, et il fait remarquer que la plus grande élévation de la chaîne, avant ces dénudations, peut expliquer en partie la plus grande extension des glaciers. Enfin, M. Favre a lu à la Société la lettre[1] qu'il a écrite à Sir R. Murchison, dans laquelle il combat la théorie du creusement des lacs et des vallées alpines par les glaciers. C'est l'étude du lac de Genève et de la direction des couches géologiques sur les deux rives, soit dans la partie orientale, soit dans la partie occidentale, qui a fourni à M. Favre la preuve, que la dépression du lit du lac devait avoir une toute autre cause que le creusement par les glaciers.

M. le professeur Pictet a présenté un mémoire[2] sur la succession des mollusques gastéropodes dans les mers crétacées du Jura et des Alpes suisses. L'étude des fossiles recueillis à Sainte-Croix lui a fait reconnaître dans cette localité l'existence de neuf faunes successives, indépendantes et presque sans mélange, entre l'époque du valangien inférieur et celle de la craie chloritée de Rouen. La comparaison avec les faunes contemporaines des pays voisins montre que les espèces y sont associées un peu différemment, et M. Pictet en conclut, par analogie avec ce qui se passe dans les mers actuelles, que l'on ne peut pas considérer chaque espèce comme caractéristique de l'ensemble d'une période. Il faut plutôt admettre, contrairement à une opinion assez répandue, que la plupart des espèces ont une signification variable, suivant la région géographique où on les trouve. M. le professeur Pictet a aussi présenté à la Société un mémoire[3] de MM. d'Espine et E. Favre, dans lequel ces deux jeunes savants, qui venaient de terminer leurs études à l'Académie de

[1] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.
[2] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXI.
[3] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

Genève, ont consigné les recherches qu'ils avaient faites sur quelques localités dans la région des Alpes, où les faunes du gault inférieur et du gault supérieur se trouvent mélangées. Les localités étudiées par eux sont la Goudinière près du Grand-Bornand, la montagne du Criou, au-dessus de Samoëns, et la Wannen-Alp, dans le canton de Schwytz. Ce mémoire, présenté pour le concours annuel fondé parallèlement au prix Davy, a été couronné.

M. de Loriol a lu un mémoire[1] sur les couches d'eau douce infra-crétacées de Villers-le-Lac (Doubs), dans lequel il arrive aux conclusions suivantes : Les dolomies portlandiennes du Jura sont l'équivalent du *Plattenkalk* du Hanovre et des calcaires à plaquettes de la Charente, elles n'appartiennent pas au portlandien et elles forment la base du groupe purbeckien. Les calcaires et les marnes d'eau douce de Villers sont l'équivalent du *Wundener mergel* et de la serpulite du Hanovre, ainsi que des argiles gypsifères de la Charente. Enfin, le groupe d'eau douce infra-crétacé de Villers et du Jura est l'équivalent des *Purbeck-beds* d'Angleterre, dont ils représentent la partie moyenne et inférieure.

M. Humbert a présenté un mémoire[2] sur les myriapodes de Ceylan, dont il a eu l'occasion de recueillir un grand nombre d'individus pendant son séjour dans cette île. L'auteur attire l'attention des naturalistes sur quelques organes, jusqu'ici peu étudiés, et qui fournissent des caractères importants pour l'établissement des genres et des espèces.

M. de Saussure a présenté à la Société une nouvelle livraison de son ouvrage sur les orthoptères du Mexique. Cette livraison est consacrée à la famille des Blattes, dont M. de Saussure met plusieurs échantillons sous les yeux de la Société, et sur laquelle ses recherches l'ont amené à constater plusieurs faits intéressants. L'auteur signale, entre autres, une particularité très-curieuse dans la structure de l'aile d'une tribu de cette famille, à laquelle il a donné le nom de diploptériens. Dans ces insectes, l'aile se plie en quatre doubles qui se superposent exactement au

[1] Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, tome XVIII.
[2] Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, tome XVIII.

moyen d'un pli longitudinal et d'un pli transversal; c'est par des modifications graduelles que la structure de l'aile s'écarte de plus en plus, dans les trois genres établis par M. de Saussure dans cette tribu, du type normal de duplicature qui a lieu chez les orthoptères.

M. Fatio a mis sous les yeux de la Société un appareil [1] auquel il a donné le nom de oomètre, et qu'il a fait construire dans le but de déterminer les dimensions mesurées dans les différents sens, et, par suite, la forme exacte des œufs d'oiseaux. Le même appareil pourrait servir pour des mesures analogues sur les coquilles. Le même membre a signalé une colonie de hérons cendrés qu'il a découverte sur les bords du lac de Lucerne, au pied du mont Pilate; dans une excursion qu'il a faite dans cette localité, il a constaté la présence de 200 à 300 nids de ces oiseaux.

M. le prof. Claparède a fait un rapport [2] sur quelques résultats intéressants, auxquels M. le Dr Fritz Muller est arrivé dans ses études sur les crustacés de l'île de S^{t}-Catharina, sur les côtes du Brésil. En comparant l'appareil respiratoire chez les familles des crabes terrestres, qui sont dérivées de celles des crabes marins, M. Muller a trouvé que l'adaptation de cet appareil à la vie aérienne ne s'est pas faite par le même procédé dans chaque famille, d'où l'auteur a tiré une conclusion favorable à la théorie de Darwin.

M. le prof. Claparède a aussi présenté une analyse des recherches de M. le prof. Wagner, à Casan, sur certaines larves de mouches, dans l'intérieur desquelles se développent de petites larves qui sortent en perçant la peau, et deviennent semblables à leur mère; on a ainsi une série de générations de larves, sans avoir encore obtenu l'insecte parfait. Le même membre a signalé la découverte que M. Leuckardt a faite d'un cas intéressant de génération alternante chez l'*Ascarides nigrovenosa.*

M. le pasteur Duby a présenté un rapport sur les travaux de M. de Bary, de Fribourg en Brisgau, relatifs à certains champignons parasites

[1] Bulletin de la Société ornithologique suisse, tome I.
[2] Bibliothèque Universelle, Archives des Sciences physiques et naturelles, tome XXII.

qu'on aperçoit sur les feuilles des crucifères. M. de Bary a découvert une génération sexuelle chez ces champignons, et il a observé aussi une véritable génération alternante dans certains genres, ce qui lui a permis de rapporter à une même espèce des champignons, que l'on classait jusqu'ici dans des genres différents, et même dans des tribus différentes. C'est à un de ces champignons, le *perenospora infestans*, que M. de Bary attribue la maladie des pommes de terre.

PERSONNEL.

Notre Société a eu le chagrin de perdre dans le courant de cette année l'un de ses membres ordinaires, M. Pyrame-Louis Morin, qu'une mort prématurée a enlevé à la science et à son pays, avant qu'il eût accompli sa cinquantième année. En me proposant d'esquisser rapidement la carrière scientifique du collègue que nous avons perdu, je n'ai point la prétention de donner un tableau complet d'une vie si utilement et si honorablement remplie. Je ne parlerai point du citoyen dévoué, qui était animé d'un amour si ardent pour son pays, et qui a fait preuve d'un patriotisme éclairé dans les agitations politiques des vingt-cinq dernières années. Je ne parlerai pas du pharmacien, qui mettait dans ses préparations les mêmes soins et la même exactitude qu'un chimiste consommé apporte aux analyses les plus délicates. Je ne vous parlerai pas enfin des services rendus par Morin à l'industrie de notre ville, car aujourd'hui même une bouche bien plus éloquente que la mienne, retrace le rôle qu'il a joué dans la Société des Arts, et plus spécialement dans la Classe d'Industrie, à laquelle il avait consacré depuis plusieurs années tout le temps dont il pouvait disposer. Je me bornerai donc à retracer la carrière de Morin comme savant, et comme membre de notre Société.

Pyrame-Louis Morin est né à Genève en mars 1815; il fut placé à l'âge de 10 ans dans l'institut de M. le pasteur Naville, à Vernier, où il fit ses premières études, puis il fut admis en 1832 comme étudiant à l'Académie de Genève, pour suivre l'ensemble des cours scientifiques

qui constituait alors la Faculté de philosophie. Son goût pour la chimie, qui s'était développé pendant le cours de ces deux années d'études, lui traçait une voie toute naturelle, et il entra chez son oncle, M. Antoine Morin, pour y faire, comme élève en pharmacie, le premier apprentissage de sa nouvelle vocation Morin passa ensuite deux années à l'Université de Zurich, où il devint préparateur de M. Lœwig et directeur du laboratoire de chimie pratique; il donna aussi dans cette ville des cours de chimie appliquée aux arts.

De là il se rendit à Berlin, où il eut l'avantage d'être placé sous la direction particulière de M. Mitscherlich; c'est pendant son séjour à Berlin qu'il publia son premier mémoire scientifique, qui avait pour objet des recherches sur le bisulfure d'éthyle; ce travail fut inséré dans les *Annales de Poggendorf.* Il termina ses études pratiques à Paris, dans la pharmacie centrale, établissement qui avait alors à sa tête M. Soubeiran.

Pyrame Morin revint à Genève en 1840, pour s'y fixer comme pharmacien, et il subit, pour être admis comme tel, les examens en usage à cette époque; à cette occasion il fit, comme épreuve pratique, un travail analytique sur le quinquina rouge, dont les résultats n'ont pas été publiés. C'est à la fin de la même année qu'il fut reçu membre ordinaire de notre Société, aux séances de laquelle il assistait assez régulièrement jusqu'à ces dernières années, en prenant une part active à ses travaux. La plupart des mémoires publiés par Morin, dont la liste est donnée plus loin, ont été lus et présentés à notre Société, entre autres ceux qui se rapportent à l'analyse de l'eau de Saxon, et à la longue polémique qu'il eut à soutenir sur ce sujet Dans sa deuxième analyse, publiée en 1853, il avait mis en évidence l'intermittence de l'iode dans cette source; ce résultat fut d'abord combattu par MM. Rivier et Fellenberg, qui ne tardèrent pas à reconnaître l'exactitude des faits avancés par Morin, et à se ranger à son opinion. Plus tard, M. Ossian Henri, dont le nom faisait autorité, soutint l'existence constante de l'iode, en prétendant qu'il était quelquefois masqué par un principe sulfureux. A cette occasion, Morin fit de nouvelles recherches et une étude complète du sujet; il prouva

entre autres, qu'il n'y avait aucun principe sulfureux dans l'eau de Saxon, et il établit d'une manière irréfutable, par une série d'analyses quantitatives très-nombreuses, que l'existence constante de l'iode dans l'eau de Saxon était une illusion, et que l'intermittence était très-réelle.

Ainsi qu'on peut le voir par le titre des mémoires publiés par Morin, ses recherches étaient surtout dirigées vers un but pratique, et les nombreuses analyses qu'il a faites étaient entreprises en vue de l'application, plutôt que de la théorie. Mais là, où on reconnaît le chimiste au courant de tous les progrès et de toutes les exigences de la science, c'est dans l'exactitude et les soins avec lesquels toutes ces recherches analytiques sont faites.

C'est la même tendance vers l'application de la science aux arts, qui a poussé Morin à se consacrer de plus en plus à la Classe d'Industrie, cette section de la Société des Arts dans laquelle il trouvait le champ d'activité qui lui convenait le mieux. Quoique sa santé fût gravement atteinte depuis plus de deux ans, son zèle et son activité ne se ralentirent pas un seul instant, et ce n'est que depuis le mois de septembre dernier que les progrès de la maladie l'obligèrent à renoncer à ses occupations. Il succomba le 1^er^ décembre 1864, après plusieurs mois de souffrance, emportant les regrets de ses collègues et de tous ceux qui l'avaient connu, et qui avaient pu apprécier en lui le savant et l'homme.

Mémoires publiés par Pyrame Morin.

1839. *Sur le bisulfure d'éthyle.* Poggendorf's Annalen; Bibliothèque Univers., tome 24.
1841. *Analyse des eaux-mères des salines de Bex.* Bibliothèque Universelle, tome 31; Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 27.
1841. *Analyse de l'eau minérale de la Caille, en Savoie.* Journal de Pharmacie et de Chimie (1842), tome 1, 3^me^ série; Bibliothèque Universelle, tome 36; Annales des Mines (1842).
1844. *Analyse de l'eau minérale de Saxon (Valais).* Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 6; Bibliothèque Universelle, tome 51; Annales des Mines (1844).
1845. *Recherches sur la digitale pourprée.* Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 7.
1845. *Rapport sur l'huile de foie de morue*, présenté en août à la section de médecine de la Société helvétique des Sciences naturelles.

1845. *Analyse de l'eau minérale naturelle de Louëche.* Bibliothèque Univers., tome 56; Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 9 (1846—extrait).
1852. *Analyse de l'eau minérale de Coëse (Savoie).* Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 21. (Extrait.)
1853. *Nouvelle analyse de l'eau minérale naturelle de Saxon.* Bibliothèque Universelle. janvier 1853; Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 23. (Extrait.)
1853. *De l'eau minérale de Saxon.* Bibliothèque Universelle (mai 1853).
1859. *Ueber das Mineralwasser von Saxon (Vallis).* Erdmann, Journal für praktische Chemie, tome 73.
1859. *De l'eau minérale de Saxon dans le canton du Valais (Suisse).* Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 36. (Extrait.)
1861. *Analyse de l'eau minérale de la source Guillot à Évian (Savoie).* Journal de Pharmacie et de Chimie, tome 40. (Extrait.)

Je rappellerai enfin les différentes nominations qui ont été faites dans le cours de l'année:

M. Arthur Achard a été nommé membre ordinaire; MM. M. Berthelot, professeur à l'Ecole normale, et le général Morin, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers à Paris, ont été nommés membres honoraires; M. le Dr Ed. Dufresne a été nommé associé libre. Dans les élections qui ont eu lieu pour le renouvellement du bureau, au commencement de l'année, vous avez appelé à la présidence M. le Dr Gosse; il se trouve ainsi, par une heureuse coïncidence, que l'année même, où le jubilé de cinquante ans de la fondation de la Société helvétique des sciences naturelles se célèbre à Genève, notre Société est présidée par le fils du savant auquel la Suisse doit une institution dont l'utilité est appréciée chaque année davantage.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENEVE

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

TOME XVIII. — SECONDE PARTIE

GENÈVE
IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

1866

RÉVISION

DU

GENRE CASTAGNOLE (BRAMA)

ET

DESCRIPTION D'UNE ESPÈCE NOUVELLE

BRAMA SAUSSURII

PAR

GODEFROY LUNEL

Conservateur du Musée académique de Genève.

Parmi les travaux qui se publient chaque année sur la zoologie, il en est un certain nombre, contenant des descriptions de nouveaux genres ou de nouvelles espèces d'animaux, qui sont seulement insérés soit dans les journaux, soit dans les Bulletins des diverses sociétés savantes. Ces documents ainsi disséminés, demeurent souvent ignorés ou hors de la portée des naturalistes qui se trouvent éloignés des grands centres scientifiques. De nombreuses et importantes Monographies et Revues de divers groupes d'animaux ont été, il est vrai, déjà publiées ou sont en voie de l'être; néanmoins, les savants ne sauraient trop multiplier ce mode de publication, à coup sur le plus utile à la science et celui qui facilite le plus la tâche des naturalistes qui, désireux de classer leurs collections ou de mettre au jour le résultat de leurs découvertes, n'ont pas de grandes bibliothèques à leur disposition.

Le travail que je publie aujourd'hui a pour but principal de faire connaître une nouvelle espèce de poisson, rapportée de Cuba au Musée

de Genève par M. H. de Saussure. Ce poisson appartient au genre *Brama*, dont la plupart des espèces n'ont été encore décrites que d'une manière plus ou moins insuffisante, quelques-unes même sont à peine connues et ne se trouvent pas indiquées dans les Catalogues d'Ichthyologie les plus récents, leur description n'ayant paru que dans des Mémoires fort peu répandus.

Afin de combler en quelque sorte ces lacunes, et de pouvoir établir convenablement les rapports de caractères que présente notre espèce avec d'autres du même genre, j'ai jugé indispensable de faire précéder sa description d'une revue bibliographique et critique du genre *Brama* et des espèces qui le composent. J'ai suivi la classification qui m'a paru le plus au niveau de la science, c'est-à-dire celle adoptée par M. Günther dans son Catalogue des Poissons Acanthoptérygiens du Musée Britannique [1]. Il m'a paru utile de donner une nouvelle description des espèces que j'ai pu examiner en nature, en y ajoutant les documents nouveaux que j'ai recueillis, soit sur leur histoire, soit sur leur organisation ; quant à celles que je n'ai pu voir moi-même, je me suis borné à traduire ou à copier littéralement les descriptions des auteurs.

M. H. de Saussure a bien voulu m'autoriser à décrire la nouvelle espèce de *Brama* et mettre à ma disposition les livres précieux de sa bibliothèque qui pouvaient m'être utiles; MM. Humbert et Claparède ont mis la plus grande complaisance à me faciliter mes recherches bibliographiques. Enfin, M. N. Doumet s'est empressé de me transmettre les renseignements que je lui ai démandés, sur un individu de la *Brama Raii*, échoué sur la plage de Cette. Qu'il me soit permis de leur en témoigner ici toute ma reconnaissance.

J'ai ajouté, à ce mémoire, des figures de la Brama Saussurii et de quelques-unes de ses écailles; j'ai fait placer en outre, sur la même planche, des reproductions des bouts de queue des *B. Agassizi* et *B. Brevorti* tirées des Mémoires de M. Poey.

[1] Catalogue of the Acanthopterygian Fishes in the Collection of the British Museum, by Dr Albert Günther, vol. II, in-8°. London, 1860.

Enfin, les figures publiées jusqu'à ce jour, de la *Brama Raii* (type du genre), m'ayant paru laisser plus ou moins à désirer, j'ai cru nécessaire de donner une nouvelle représentation de cette espèce, accompagnée de quelques détails de son organisation.

Ces poissons, que j'ai fait préalablement photographier, ont été ensuite dessinés sur pierre par mon fils, avec tout le soin et l'exactitude désirables.

Le genre *Brama*, établi pour un poisson de l'ordre des Acanthoptérygiens, n'a eu longtemps pour représentant qu'une seule espèce, la *Brama Raii* (de Bloch et Schneider), poisson spécial à la Méditerranée et trouvé accidentellement sur les côtes de l'Océan.

En 1831 Cuvier et Valenciennes[1] ont décrit deux nouvelles espèces de poissons de ce genre, *Brama Dussumieri* et *Brama Orcini*, retirées toutes deux de l'estomac d'un grand Germon pris dans la mer des Indes.

En 1845, M. B.-T. Lowe[2] en fait connaître une quatrième espèce prise à Madère, à laquelle il donne le nom de *Brama longipinnis*.

M. Felipe Poey, dans ses mémoires sur l'Histoire naturelle de Cuba[3], donne la description de deux autres espèces de Castagnoles, *Brama Agassizi* et *Brama Brevorti*, et figure au trait une écaille de ces poissons ainsi que leur queue.

En novembre 1861, M. Lauritz Esmark[4] a décrit avec détail, sous le nom de *Brama Raschii*, une Castagnole prise dans les environs de Hammerfest, sur la côte septentrionale de la Norwége, et en a donné une excellente figure.

Enfin, comme je l'ai déjà dit, M. H. de Saussure a rapporté de Cuba une Castagnole qui, quoique provenant des mêmes parages que les *Brama Agassizi* et *Brevorti* décrites par M. Poey, m'a paru néanmoins

[1] Hist. nat. des Poiss., tome VII, p. 294 et 295.

[2] Proceedings of the Zoological Society of London, part. XI, p. 82.

[3] Memorias sobre la Historia natural de la Isla de Cuba, t. II, p. 204 et 206, pl. 13, fig. 15, 16 et 17. Havana, 1856-1858.

[4] Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania. Aar, 1861 ; Christiania, 1862.

en différer notablement, et m'a offert des caractères assez importants pour que je la considère comme une espèce nouvelle.

Il s'ensuit que le genre *Brama*, qui, depuis sa création jusqu'en 1831, se trouvait limité à la seule *Brama Raii*, compterait aujourd'hui huit espèces. Les quatre premières, *Brama Raii*, *B. Dussumieri*, *B. Orcini* et *B. longipinnis*, sont seules indiquées par M. Günther dans le Catalogue du British Museum. La cinquième, *Brama Raschii Esm.*, n'a encore été signalée que par Troschel dans ses Archives[1]. Quant aux *Brama Agassizi* et *Brevorti*, découvertes et décrites par M. Poey, je ne les ai trouvées mentionnées nulle part; ce qui tient sans doute, à la difficulté que l'on a, surtout en Europe, à se procurer des exemplaires complets des Mémoires de ce naturaliste.

Lors de sa découverte, la Castagnole fut prise d'abord pour un Sparoïde; plus tard, les ichthyologistes, lui assignant pour caractère principal les écailles qui recouvrent ses nageoires verticales, placèrent ce poisson dans la famille des Squamipennes. Cuvier et Valenciennes[2], tout en le laissant dans cette dernière famille, font néanmoins remarquer les nombreux rapports d'organisation qui semblent lier les Castagnoles aux Coryphènes.

Depuis lors, la découverte de nouvelles espèces et une étude plus approfondie des poissons de ce genre sont venues confirmer, en quelque sorte, l'opinion de ces savants. Enfin, de nos jours, la plupart des ichthyologistes placent le genre *Brama* dans le groupe des Coryphéninés de la famille des Scombéroïdés.

Lorsque les espèces de ce genre seront mieux connues, il sera peut-être convenable de former une section, pour celles dont les écailles sont munies d'un crochet.

[1] Bericht über die Ichthyologie während des Jahres 1862. Archiv für Naturgeschichte, 1863.
[2] Loc. cit. p. 281, 286 et 291.

Famille des SCOMBRIDÆ.

Scomberoidei, pt. Cuv. Règne anim. Müller, Berl. Abhand. 1844. p. 201; Owen, Lect. on compar. anat. vert. I, p. 49.

Groupe des CORYPHŒNINÆ.

Genre BRAMA, Schneider.

Risso, Eur. mérid. vol. 3, p. 433.
Cuv. et Val. vol. VII, p. 281.

Corps comprimé et plus ou moins élevé, couvert jusque sur les maxillaires d'écailles, petites ou de moyenne grandeur, de forme particulière et variable, épaisses à leur base, finement striées en rayons sur leur disque, munies chez quelques espèces d'un crochet dirigé en avant, minces à leur bord libre. Fente buccale très-oblique, avec la mâchoire inférieure la plus longue. Nageoires dorsale, anale et caudale en partie recouvertes d'écailles; les deux premières sont allongées en avant, la première avec trois ou quatre, la seconde avec deux ou trois rayons épineux en partie cachés sous la peau. Queue profondément échancrée ou arrondie à son milieu, à lobes plus ou moins allongés. Ventrales thoraciques, avec un rayon épineux et cinq rayons mous.

Les mâchoires, les palatins, les os pharyngiens et la partie concave des arcs branchiaux, munis de dents en velours ou en cardes. Chez quelques espèces il existe une rangée de fortes dents sur le bord externe des maxillaires, et une ou deux dents en forme de crochets sur le corps du vomer. Toutes ces dents, surtout celles des palatins et du vomer, se perdent facilement.

Opercules entiers, rayons branchiostèges au nombre de sept.

Habite. La Méditerranée, côtes européennes et africaines de l'Atlantique, Océan indien.

Brama Raii, Bloch, Schneider.

Sparus Raii.	Bloch, Taf. 273.
	Donovan, Brit. Fishes, t. 2, pl. 37.
	Shaw, Zool. IV, p. 404.
Sparus castaneola.	Lacépède, IV, p. 110.
	Shaw, Zool. IV, p. 424.
Sparus niger.	Turton, Brit. faun. p. 98.
Chætodon Sp.	Couch. Trans. Lin. Soc. XIV, p. 78.
Brama marina.	Ray, Synops. p. 115.
	Willughby, tab. 5, fig. 12.
	Duhamel, Pêches, 2, p. 26, pl. 6, fig. 1.
	Pennant, Brit. Zool. 2, pl. 43.
Brama Raii.	Bloch, Schn. p. 99.
	Risso, Icht. Nice, p. 248, et Eur. mérid. vol. 3, p. 433.
	Cuv. et Val. VII, p. 210, pl. 190.
	Parnell, Fishes, Frith. of Forth, p. 49.
	Yarrel, Brit. Fishes, 2me édit. I, p. 133; 3me édit. II, p. 165.
	Lowe, Trans. Zool. Soc. III, p. 8.
	Guichenot, Explor. Alg. Poiss. p. 56.
	Günther, Cat. acant. Fishes, Brit. Mus. vol. 2, p. 408.
	Doumet, Rev. Zool. 1860. Cat. Poiss. Cette, p. 365 et 498.
Squelette.	Rosenthal, Ichth. Tafeln. Taf. 12, fig. 1.

D. $\frac{3}{30}$ A. $\frac{2}{27}$ P. 20. V. $\frac{1}{5}$ C. 26, L. lat. 70, 75. M. B. 7 Cæc. pyl. 5.

Corps haut et comprimé, allongé de l'arrière ; sa plus grande hauteur est sous l'aplomb de l'origine de la dorsale, et est contenue près de trois fois dans la longueur totale mesurée depuis le bout du maxillaire inférieur jusqu'à l'extrémité des fourches caudales.

L'épaisseur du corps est du quart de sa hauteur.

La longueur de la tête est contenue quatre fois et deux tiers dans la longueur totale, elle a un huitième de plus en hauteur qu'en longueur.

La ligne du profil, depuis l'origine de la dorsale, arrive par une lente descente jusqu'au crâne, elle se courbe ensuite subitement en demi-cercle jusque sous la gorge et la poitrine, où elle forme une courbe un peu moins convexe en avant, que celle de la tête.

L'œil occupe le quart antérieur de la longueur de la tête, et à peu près le milieu

de la hauteur de celle-ci. Il n'y a pas de différence dans la position de l'œil et la hauteur du corps entre les jeunes et les adultes.

L'orifice postérieur de la narine est une fente verticale, placée un peu obliquement près du milieu du bord antérieur de l'orbite; l'autre est un trou ovale, un peu plus élevé, et à peu près à égale distance entre l'œil et le bout du museau.

La fente de la bouche fait une courbe convexe vers le haut, et descend rapidement en arrière jusque sous le bord antérieur de l'œil. La mâchoire inférieure dépasse de la moitié de sa longueur l'aplomb de l'intermaxillaire, la bouche étant ouverte.

Le menton forme un petit angle obtus.

L'intermaxillaire et le maxillaire ont, sur leur bord externe, un rang de dents fortes et pointues, et plus en arrière, une bande qui est plus large sur le devant, de dents en velours ou un peu en cardes. La mâchoire inférieure a deux rangs de dents pareilles, une rangée externe sur le bord saillant de l'os dentaire, et une seconde rangée plus interne tout le long de la mâchoire. Les dents de cette dernière rangée sont plus fortes et recourbées en dedans; il y en a surtout deux ou quatre sur le devant qui peuvent passer pour de véritables canines. Enfin, entre ces deux rangées de dents, il y en a de plus petites.

Les palatins ont une petite bande de dents un peu en cardes; il y en a aussi sur les os pharyngiens supérieurs et inférieurs, et parfois il existe sur le corps du vomer, entre les deux palatins, une ou deux dents en forme de crochets placées sur une ligne verticale et dirigées en arrière; ces dernières dents, ainsi que celles des palatins, s'usent ou se perdent facilement; l'usure ou la chute de ces dents paraissent provenir plutôt de quelques circonstances particulières que de l'effet de l'âge, car on trouve des individus de tout âge et de différentes grandeurs, qui en ont ou qui en sont privés.

Je donne ci-après un tableau des *Brama Raii* que j'ai pu examiner, indiquant la taille de chaque individu et le nombre de ses dents vomériennes. La longueur est prise depuis le bout de la mâchoire inférieure jusqu'à l'extrémité des fourches caudales.

Longueur	0m,25	Dents vomériennes	0
»	0 ,27	»	2
»	0 ,28	»	1
»	0 ,35	»	0
»	0 ,32	»	0
»	0 ,41	»	1
»	0 ,45	»	0
»	0 ,45	»	2
»	0 ,50	»	0
»	0 ,62	»	1

Il ne restait plus chez l'un des deux individus de $0^m,45$ de longueur, que la rangée de dents la plus externe des deux mâchoires, toutes les autres étaient en partie tombées ou usées jusqu'à leur racine, et une sorte de callosité s'était formée sur les parties dégarnies de dents.

L'intermaxillaire est mince, le maxillaire est élargi, à moitié découvert, et à troncature postérieure légèrement arrondie ; celui-ci, pris au compas et reporté sur l'œil, atteint le bord supérieur de l'orbite. Le sous-orbitaire est étroit, sans dentelures et ne se laisse pas apercevoir au delà du milieu du bord inférieur de l'œil.

Le préopercule a son limbe aplati, son angle arrondi, son bord mince et sans dentelures ; il se termine par un angle obtus. Les bords de l'opercule et des deux autres pièces operculaires sont également minces et entiers.

La fente des ouïes s'étend jusque sous le milieu de la mâchoire inférieure ; leurs membranes réunies sous l'isthme ont leur extrémité enveloppée d'un petit repli de la peau du dessous de la mandibule inférieure. Elles ont chacune sept rayons. Une pseudo-branchie pectiniforme et unisériée, composée de cinquante-deux lamelles ou filaments, existe à la face interne de l'opercule, vis-à-vis de l'extrémité supérieure du premier arc branchial [1].

Les côtés des bords externe et interne de la partie concave des arcs branchiaux sont garnis de tubercules mobiles, longs de quatre à six millimètres, suivant la grosseur du poisson ; ils sont ronds, légèrement comprimés, obtus à leur pointe qui est hérissée de petites dents, dont deux ou trois plus longues. Les tubercules du bord externe de la partie concave du premier arc branchial sont remplacés par des lames osseuses, triangulaires, comprimées et garnies de dents à leur partie interne seulement ; ces lames, au nombre de seize à dix-sept, sont plus hautes sur le milieu et diminuent de grandeur vers les deux extrémités de l'arc branchial.

Tous ces organes épidermiques ou osseux des arcs branchiaux des poissons, et qui présentent dans leur organisation des caractères importants pour la détermination des genres et des espèces, paraissent avoir pour fonction d'empêcher les aliments et autres corps étrangers de pénétrer dans la cavité branchiale.

[1] La plupart des ichthyologistes ont confondu les pseudo-branchies avec les branchies accessoires, et ont annoncé la présence de ces dernières chez beaucoup de poissons osseux. D'après les observations de Müller [*], il n'y a dans ce dernier ordre de poissons, que les Ganoïdes qui soient pourvus de branchies accessoires, tandis que les organes branchiformes, observés à la partie supérieure de la chambre respiratoire d'un certain nombre d'autres espèces de poissons osseux, sont toujours des pseudo-branchies. Je les ai trouvées moi-même chez les *B. Raii* et *Saussurii*, telles que les indique ce célèbre anatomiste, chez les Pleuronectes, les Sciènes, etc.

[*] Muller, über den Bau und die Grenzen der Ganoiden, p. 135.

La langue est lisse, obtuse et libre.

Il n'y a pas d'armure particulière à l'épaule [1].

La pectorale, attachée à peu près au tiers supérieur de la hauteur du corps, est pointue et du quart de la longueur totale, elle a vingt rayons, le premier du quart, le second des deux tiers de sa longueur; tous les deux simples, tous les autres branchus, le sixième et le septième les plus longs, les derniers très-courts. Le rayon le plus long a les deux tiers de la hauteur du corps ; ce même rayon, la nageoire appliquée sur le corps du poisson atteint l'aplomb du quatorzième rayon mou de la dorsale.

Sous l'aisselle, à la base de chaque pectorale, sont de six à sept lames écailleuses allongées ; elles sont réunies entre elles par une membrane mince, et se replient les unes sur les autres comme un éventail. Ces lames sont pointues à leur base; la première est ovale, les suivantes diminuent de grandeur jusqu'à la dernière qui est la plus petite ; elles sont falciformes, à bord supérieur concave et l'inférieur convexe, leur extrémité est tronquée et échancrée en dessous, elles sont minces, veinées en rayons concentriques sur une partie de leur disque, et ont en outre des lignes longitudinales et flexueuses, qui, dépassant le bord libre de chaque lame, donnent à celui-ci l'apparence d'un petit peigne. La dernière lame, qui est la moins grande, est de forme triangulaire; son bord inférieur très-convexe et sans échancrure, et son extrémité large et coupée obliquement.

Ces lames varient quelquefois dans leurs dimensions ou dans leur forme ; d'un individu à l'autre, on en trouve chez qui elles ont seulement trois ou quatre petites dents à leur extrémité, et d'autres chez qui les bords des lames sont entiers et sans dentelures. La membrane épidermique, qui recouvre toutes ces lames, brille de l'éclat de l'argent le plus vif et est parsemée de très-petits points noirs. La partie basilaire de la lame est étroite, mince et incolore.

Les ventrales, attachées sous l'aplomb des pectorales, ont un sixième de la hauteur du corps; elles ont chacune six rayons ; le premier qui est épineux est faible et n'a que la moitié des autres rayons, le second rayon est le plus long. Tous ces rayons sont en dessous recouverts d'écailles jusqu'au premier tiers de leur longueur. Sur leur base, au bord externe, est une grande lame triangulaire, allongée et écailleuse.

Le commencement de la dorsale est perpendiculaire au milieu des ventrales, elle occupe sur le dos un espace qui fait près de la moitié de la longueur totale; elle a en tout trente-trois rayons, dont trois épineux, croissant graduellement, et cachés sous

[1] La figure de Cuv. et Val., loc. cit. pl. 190, est fautive en ce qu'elle présente au-dessus de l'échancrure de l'angle postérieure de l'opercule une grande écaille, dont le bord libre forme quatre gros festons ayant l'apparence de dents recourbées. Cette espèce d'armure n'existe pas dans la nature.

la peau de son bord antérieur ; les second et troisième rayons mous, qui sont les plus élevés, ont à peu près le tiers de la hauteur du corps; ils décroissent ensuite jusqu'au neuvième rayon mou; ils gardent alors la même hauteur jusqu'au vingtième, passé lequel ils se rallongent un peu jusqu'au dernier, et ont alors la hauteur du septième rayon mou.

L'origine de l'anale est sous l'aplomb du septième rayon mou de la dorsale, et sa forme à peu près semblable à celle de cette dernière. Elle a en tout vingt-neuf rayons, dont deux épineux et vingt-sept mous, le premier très-court, le second de la moitié du troisième qui est le plus long; à partir de ce dernier, les rayons décroissent jusqu'au huitième, passé lequel, ils conservent la même longueur jusqu'au dernier ; elle a à sa pointe un peu moins d'un tiers de hauteur que la dorsale.

Le bout de queue depuis la terminaison de ces deux nageoires verticales, jusqu'à l'extrémité des fourches caudales, est trois fois et un quinzième dans la longueur totale.

La caudale est fortement échancrée, et forme une sorte de croissant à pointes très-allongées ; les rayons décroissants de ses bords sont longs et forts, il y en a cinq dessus et quatre dessous, la queue largement ouverte, ses cinq rayons du milieu sont sur une ligne presque verticale, ils n'ont que le quart de la longueur des extrêmes ; elle a en tout vingt-six rayons.

Les nageoires verticales sont garnies d'écailles sur presque toute leur surface.

A l'exception du front et du devant de la tête qui sont nus, tout le restant du poisson est recouvert d'écailles adhérentes, celles du corps vers les flancs, ont une forme très-remarquable, fixées à la peau, elles paraissent en demi-ellipse; plus hautes que longues, très-finement striées ou veinées en rayons sur leur disque, minces et entières à leurs bords, mais si on les soulève ou les détache, on voit que leur base est plus épaisse, et que leurs angles supérieur et inférieur sont prolongés en une longue pointe, de sorte que l'écaille entière représente un stylet vertical qui aurait à son milieu une lame mince en demi-ellipse, la hauteur de l'écaille, les deux pointes comprises, est de 20 millimètres et sa longueur de 05 millimètres. Vers le dos, le stylet des écailles est moins haut, et le disque aussi haut que lui, et d'un tiers seulement moins long et trilobé. On compte environ soixante-dix à soixante-quinze écailles sur une ligne longitudinale, et de trente à trente-cinq sur une ligne verticale, dans la plus grande hauteur du corps, sans compter les petites qui sont à la base de la queue.

Entre ces deux sortes d'écailles, il y en a d'intermédiaires, celles de la tête et des pièces operculaires, sont conformées d'une tout autre manière, enfin, celles qui re-

couvrent les nageoires verticales, offrent encore des différences et varient même de forme de l'un à l'autre de ces organes.

La ligne latérale commence sur le devant, vers le quart supérieur de la hauteur, elle suit à peu près parallèlement la courbure du dos et se marque à peine, par un point légèrement creux, sur chacune des écailles qui la composent.

La couleur générale de la *Castagnole*, est un mélange d'argent ou d'étain un peu obscur par place, et à reflets de cuivre ou d'acier bruni. Le devant de la tête et tout le dos jusqu'au quart environ de la hauteur, sont d'un noir bleuâtre, on trouve beaucoup d'individus qui, sur un fond plus obscur et presque noir, ont sur le corps des bandes plus ou moins larges à leur origine ; transversales et obliques, et qui, partant du bord inférieur de la ligne foncée du dos, se terminent en pointe et se joignent sur les flancs, à des lignes longitudinales et courbes qui, à leur tour, viennent se confondre à l'origine du lobe supérieur de la queue au-dessus du bout du corps. Quelquefois la plupart de ces lignes sont traversées par d'autres lignes verticales, et forment une sorte de réseau sur le ventre du poisson ; enfin, le plus souvent les lignes horizontales et mêmes les bandes verticales sont ramifiées et forment des dessins qui ressemblent à des panaches ou à des feuilles de végétaux. Tous ces ornements sont d'un bel argent et tranchent agréablement sur le fond.

Les parties dégarnies d'écailles des nageoires verticales sont brunes et bordées de noir.

Les pectorales et les ventrales sont d'un blanc un peu jaunâtre.

L'œil est argenté, l'iris doré et la pupille bleuâtre.

L'individu décrit a $0^{m},39$ de longueur totale et $0^{m},13$, deux millimètres de hauteur.

La splanchnologie de la *Castagnole* n'offre rien de bien particulier, le foie se divise en deux lobes allongés, c'est sur celui du côté droit qu'est fixée la vésicule du fiel. L'estomac est un gros sac obtus, dont les parois très-épaisses, sont sillonnées à l'intérieur par des rides longitudinales et ramifiées, il y a cinq appendices cœcales au pylore, dont trois ont la moitié, et deux plus grosses à proportion, du double de la longueur de l'estomac ; ces appendices ont à l'intérieur un réseau de lamelles saillantes qui forment de grosses rides comme chez la plupart des poissons. Le canal intestinal est mince et ses parois assez solides, il ne fait que deux replis. Son diamètre est un peu plus considérable près de ses premiers et derniers tiers, et plus étroit dans son milieu ; il est garni à l'intérieur de papilles sétacées assez longues, il n'y a pas de valvules, les ovaires de la femelle forment une grosse masse ovale.

La *Brama Raii* se rapproche beaucoup de la Coryphène, soit par la ligne du profil

de la tête, la position de la bouche et par d'autres caractères extérieurs, mais c'est surtout par le squelette [1], principalement la partie de la tête, qu'elle lui ressemble le plus, par contre, elle en diffère par un corps beaucoup plus court, la position plus en arrière de ses nageoires dorsale et anale, la différence et la grandeur des écailles, le manque de dents sur la langue et une autre organisation de ses viscères.

La *Brama Raii* est spéciale à la Méditerranée, où elle est commune sur certaines côtes et, par contre, fort rare sur d'autres, ce qui tient sans doute, au plus ou moins de profondeur de la mer dans ces différentes localités ; néanmoins les premiers ichthyologistes qui en ont parlé, lui ont donné pour habitat, tantôt l'Océan, tantôt la Méditerranée. Bloch [2], fondant l'histoire de l'espèce d'après un individu échoué en septembre 1681 sur les côtes du Yorkshire, supposait qu'elle devait être originaire de la mer du Nord, il en donne une assez bonne figure sous le nom de *Sparus Raii*, sans mentionner d'où il l'a tirée. Cette figure et la description de l'espèce n'ont paru qu'en 1797. Ce même individu, décrit par Bloch, est indiqué par Ray [3] sous le nom de *Brama marina forcipata;* il en a en outre inséré une figure fort mauvaise, dans l'Ichthyologie de Willughby [4], sans en rien dire dans le texte; cette figure est la première que l'on ait eue de cette espèce.

En 1769 Pennant [5] n'en parle que d'après Ray et l'appelle petit Pagel, et dans sa seconde édition en 1776 Daurade dentée.

En 1777 Duhamel [6] donne une figure et la description de ce poisson, d'après un individu rapporté de Provence.

En 1788 Bonnaterre [7] suivant plus ou moins fidèlement Pennant, prend ce poisson pour le *Sparus brama*, il lui donne seulement six pouces de long et en fait un petit poisson des mers d'Angleterre.

Lacépède ayant copié Bloch, se borne à dire que c'est dans l'Océan que la Castagnole a été observée.

Shaw, ignorant [8] que Lacépède n'avait tiré son article que de Bloch, fait deux espèces : *Sparus Raii*, d'après Bloch, et *Sparus castaneola*, d'après Lacépède; il les indique toutes deux comme provenant de la Méditerranée.

[1] Rosenthal, Pl. Ichthyol. 3me cahier, pl. 12, fig. 2, donne une excellente figure du squelette de la Castagnole.

[2] Part. 8, p. 76, et Syst. post. p. 100, pl. 273.

[3] Synopsis, p. 115.

[4] Pl. 5, fig. 12.

[5] Brit. Zool. III, p. 20, pl. 43, 1re édition.

[6] Pêches, part. 2, sect. 4, pl. 5, fig. 1.

[7] Pl. d'Icht. p. 104 et 192.

[8] Zool. IV, p. 404 et 424.

Turton[1] décrit, sous le nom de *Sparus niger*, un individu pris en novembre 1806 dans la baie de Swansea à l'entrée du canal de Bristol.

Enfin Couch[2] assimile au genre Chétodon un exemplaire de ce poisson pris sur la côte de Cornouailles.

Comme on le voit, il a régné pendant longtemps une grande confusion dans l'histoire et la classification de la castagnole, et il paraît surprenant qu'un poisson aussi remarquable et qui est même commun sur certains points de la Méditerranée, ait pu rester ignoré de la plupart des ichthyologistes qui ont étudié les productions de cette mer. Risso lui-même[3], tout en disant qu'on prend toute l'année la *Brama Raii* dans la mer de Nice, semble néanmoins ne la connaître qu'imparfaitement, car il en fait un poisson dont la hauteur égale presque la longueur totale, mais ce qu'il y a de plus singulier, c'est que, ce sont précisément des naturalistes des contrées éloignées de la Méditerranée qui ont été les premiers à parler de cette espèce, encore ne l'ont ils fait le plus souvent que d'après des individus échoués par hasard sur les côtes de l'Océan.

Enfin de nos jours, grâces aux travaux des ichthyologistes modernes, la *Brama Raii* est mieux connue et sa classification mise en rapport avec la généralité de ses caractères.

J'ajouterai, pour terminer, que la *Castagnole* est un beau poisson, dont la chair est très-délicate, et qui atteint une longueur de soixante-dix à quatre-vingts centimètres; et un poids de cinq à six kilogrammes. Cette espèce est sédentaire dans la Méditerranée où on la prend toute l'année à la *Palangre*, dans des profondeurs qui vont jusqu'à neuf cents mètres; mais elle quitte souvent ces bas-fonds, pour remonter plus haut, car les pêcheurs de Nice et du golfe de Gênes s'accordent généralement à dire que c'est le plus souvent en descendant ou en retirant la *Palangre* qu'ils prennent ce poisson, c'est-à-dire à une profondeur de quatre à cinq cents mètres. C'est surtout pendant la belle saison, alors que les petits poissons abondent pour amorcer les *Palangres*, que sa pêche est la plus fructueuse.

La *Brama Raii* fraye en été; c'est aussi dans cette saison qu'elle est attaquée de vers intestinaux de divers genres, qui la font maigrir considérablement et la tourmentent tellement, qu'ils la forcent souvent à s'élancer, depuis le fond des abîmes de la mer jusque sur le rivage, où elle vient échouer, quelquefois même à des distances considérables de son habitat ordinaire. C'est probablement aux mêmes causes qu'il

[1] Brith. Faun. p. 98.
[2] Trans. Lin. Soc. XIV, p. 78.
[3] Hist. Nat. Eur. mérid. t. IV, p. 433, n° 347, 1826.

faudrait attribuer les différentes captures d'individus isolés, faites sur les côtes de l'Océan et même jusqu'au cap de Bonne-Espérance, car il est à remarquer que la plupart des cas signalés par les auteurs, d'individus pris ou échoués sur les côtes de l'Océan, notamment sur celles de l'Angleterre, ont eu lieu généralement dans la saison et à l'époque de l'année où ces poissons sont tourmentés par les Helminthes.

Rudolphi a observé six espèces de vers intestinaux vivant dans la chair ou les intestins de la *B. Raii*. *Gymnorhynchus reptans*, dans la chair ; *Tetrarhynchus discophorus* sur les branchies; *Anthocephalus gracilis*, dans le péritoine; *Monostoma filicolle*, dans la chair, entre les interépineux ; *Scolex polymorphus*, dans les intestins ; *Echinorhynchus vasculosus*, dans l'abdomen et les intestins; enfin, Gurlt, outre les espèces observées par Rudolphi, a trouvé, de plus, l'*Anthocephalus macrourus* dans la chair de la *Castagnole*.

Cette espèce se trouve aussi sur la côte de la Catalogne. M. N. Doumet l'a vue abondamment sur le marché de Barcelone, au printemps de 1864 ; elle est, par contre, fort rare sur la côte du Languedoc. La seule capture que l'on connaisse, faite dans ces derniers parages, est celle d'un individu de grande taille, $0^{m},62$, échoué il y a quelques années, au mois de septembre, sur la plage de Cette; il fut pris à la main et porté encore vivant à M. Doumet, qui le fit mettre immédiatement dans un grand baquet rempli d'eau de mer, où il ne vécut que quelques heures. Ce poisson, que je préparai moi-même pour la riche collection de M. Doumet, avait la chair littéralement farcie de *Monostoma filicolle* (Rud.); ce sont probablement les tourments occasionnés par ces vers qui avaient poussé ce poisson sur le rivage.

Duhamel paraît avoir été le premier qui nous ait fait connaître ce poisson sous le nom de castagnole, qu'il avait sans doute tiré des pêcheurs provençaux, nom que ces mêmes pêcheurs donnent indistinctement à trois espèces de poissons de famille et de genres bien éloignés, la *Brama Raii*, le *Serranus anthias* et le *Chromis castaneus*. Mais c'est surtout ce dernier, probablement à cause de sa couleur marron, qui est la véritable castagnole des habitants du littoral méditerranéen. Quant à la *Brama Raii*, elle porte à Gênes, selon Viviani [1], le nom vulgaire de *Roundanin*. Risso [2] l'appelle tantôt *castagnolo*, et tantôt [3] *castagnola* et *grossa*. Enfin, les pêcheurs marseillais lui donnent, ainsi qu'au *Barbier (Serranus anthias)*, le nom de *Castagnolo dei gran foun*, c'est-à-dire castagnole des grandes profondeurs.

Tous ces noms vulgaires n'ont pas une bien grande valeur spécifique, le même

[1] Ann. du Mus. t. VIII, p. 370.
[2] Icht. de Nice, p. 248.
[3] Hist. Nat. Eur. mérid. t. III, p. 433.

étant donné par les pêcheurs à des espèces bien différentes; aussi toutes les fois que l'on s'adressera à ces derniers pour se procurer l'une ou l'autre de ces espèces de poissons, il faudra, si l'on ne veut s'exposer à des mécomptes, avoir le soin de bien leur désigner celle que l'on désire avoir, et même, si possible, leur en montrer la figure.

En 1848, M. C. Gay[4] décrit, sous le nom de *Brama chilensis*, un poisson de ce genre qu'il s'était procuré une seule fois sur le marché de Valparaiso. M. Valenciennes[5] décrit et figure, sous le nom de *Brama australis*, ce même poisson qu'il avait reçu de M. Gay. Il se contente de dire qu'il est assez semblable à l'espèce des mers du pôle arctique, c'est-à-dire à la *Brama Raii*, n'en différant que par les rayons; mais ce qui paraît surprenant, c'est que cet auteur donne cette prétendue *Brama australis* comme une seconde espèce du genre *Brama*, or, le Règne animal illustré de Cuvier, ayant été publié de 1836 à 1846, cet ouvrage est par conséquent postérieur au septième volume de l'hist. nat. des Poissons, dans lequel M. Valenciennes lui-même a déjà décrit trois espèces du genre *Brama*, dont une, la *B. Raii*, provient des mers d'Europe, les deux autres, *B. Dussumieri* et *B. Orcini* de la mer des Indes.

Quoi qu'il en soit, il est impossible de découvrir aucune différence spécifique entre la *Brama Raii* et la *Brama chilensis* de Gay, soit dans la description de cet auteur, soit dans la figure de la *Brama australis*, insérée dans le Règne animal illustré de Cuvier.

Brama Dussumieri.

Cuv. et Val. Hist. nat. des Poiss. t. VII, p. 294.
Günther, Cat. of the acant. Fishes, Brit. Mus. t. II, p. 409.

$$D.\ \frac{3}{29}\ A.\ \frac{3}{21\text{-}25}\ P.\ 19.\ V.\ \frac{1}{5}\ C.\ 17.$$

Cette espèce a tous les caractères génériques de la *Brama Raii*. Sa plus grande hauteur est au-dessous du milieu du dos, et fait la moitié de sa longueur sans la queue. Son profil, depuis l'origine de la nageoire dorsale jusqu'à la bouche, forme une courbe uniforme et oblique. L'œil est situé près du profil supérieur de la tête. Le ventre forme une courbe semblable à celle du dos. Les deux lobes de la caudale se prolongent en longues fourches.

[4] Historia fisica y politica de Chile zoologia, t. 2. Peces, p. 218.
[5] Règne animal illustré de Cuvier, Poiss. pl. 44, fig. 1.

L'individu découvert et retiré de l'estomac d'un grand Germon par M. Dussumier, avait $0^m,11$ de longueur totale, sur quoi la caudale en prend 28 millimètres.

Uniformément argenté.

Habite. Océan indien (85° E. long., 0° lat.).

Le Musée de Londres en possède un jeune individu de la mer de Chine.

Brama orcini.

Cuv. et Val. Hist. nat. des Poiss. t. VII, p. 295.
Günther, Cat. of the acant. Fishes, Brit. Mus. t. IX, p. 409.

$$D.\ \frac{3}{27}\ A.\ \frac{3}{24}.$$

La *Brama orcini* a le même profil oblique et sans grande convexité de l'espèce précédente; la plus grande hauteur du corps est avant le milieu du dos. L'œil est placé au-dessus du milieu de la tête. Le ventre forme une courbe plus convexe que celle du dos; la partie la plus saillante de cette courbe est plus en avant, ce qui donne à l'ensemble une obliquité particulière. La plus grande hauteur est contenue une fois et demie dans la longueur, sans la queue. L'anale est plus longue que celle de l'espèce précédente.

L'individu décrit par Cuvier et Valenciennes était long de $0^m,5$, et 5 millimètres.

Uniformément argenté.

Habite. Océan indien (0° lat., 85° E. long.)

Le Musée de la Société zoologique de Londres en possède trois exemplaires jeunes, retirés de l'estomac d'un Dauphin, pris par 1° lat. N., 19°,0 long., et un autre, jeune aussi, retiré de l'estomac d'un poisson.

Brama longipinnis.

Lowe, Proc. Zoolog. Soc. part. XI, p. 82, 1843.

$$D.\ \frac{4}{21}\ A.\ \frac{2}{26}\ P.\ 20.\ V.\ \frac{1}{5}\ C.\ \frac{4+9}{4+8}\ L.\ lat.\ 41—45.\ M.\ B.\ 7.$$

B. corpore abbreviato alto : squamis postice caudam versus antrorsum aculeato-umbonatis; pinnâ dorsali analique antice longe falcato-productis.

Corps court et élevé, les écailles en arrière vers la queue, munies d'un crochet qui

est dirigé en avant. La plus grande hauteur du corps contenue deux fois et un quart dans la longueur totale. Les nageoires dorsale et anale faisant saillie en avant et falciformes.

Habite. Mer de Madère.

L'exemplaire étudié mesurait 18 1/4 pouces anglais de longueur totale, et 8 pouces de hauteur à l'origine des nageoires dorsale et anale, soit environ $0^{m},45$ et 3 mill. pour la longueur, et $0^{m},20$ et 2 mill. pour la hauteur.

M. Lowe fait remarquer que, quoique fondée sur un seul individu, cette espèce semble réellement distincte par les caractères ci-dessus indiqués, de la *Brama Raii* de Bloch, dont elle présente l'apparence générale, la coloration et le port; ce naturaliste ajoute que la découverte de ce poisson a été une acquisition très-importante en ce qu'il décide par le caractère de ses écailles, en partie épineuses, la vraie position du Taractes.

Brama Raschii.

Esmark, in Forhhandlng. vidensk. Selsk, i Christiania, 1861.
Troschel, Bericht der Icht. wahr. des Jahres 1862. Archiv für Naturgeschichte, 1863.

$$D.\ \frac{4}{29}\ A.\ \frac{2}{25}\ P.\ 18.\ V.\ 5.\ C.\ 19.\ L.\ lat.\ 42.$$

Front descendant obliquement jusqu'à l'extrémité du museau, et formant avec la bouche, qui est fortement inclinée vers le haut, un angle d'environ soixante degrés. L'œil est grand et se trouve placé près le haut de la tête, vers le milieu du front.

La longueur de la tête est contenue environ trois fois et demie dans la longueur totale, comptée jusqu'à l'extrémité des rayons médians de la nageoire caudale; les côtés du corps sont munis de rangées parallèles, longitudinales et droites, de petites dents et d'un nombre de quarante-deux écailles, suivant une ligne depuis l'opercule jusqu'au bord supérieur de la queue. La hauteur de la dorsale est égale environ aux deux tiers de la plus grande hauteur du corps.

Les dents sont coniques et légèrement courbées dans l'intermaxillaire; elles ont environ une ligne de long et elles diminuent de grandeur en arrière; elles sont disposées en deux rangées jusqu'à l'extrémité de l'intermaxillaire. Sur le milieu, huit ou neuf petites dents forment comme la trace d'une troisième rangée intermédiaire. Les dents sont recourbées très-fortement dans l'intérieur de la bouche, tellement que les plus antérieures de la rangée interne sont dans une position tout à fait horizontale.

Les dents du maxillaire inférieur qui sont un peu plus grandes que celles de l'intermaxillaire, forment également deux rangées, dont l'externe, qui est formée de dents plus grandes et presque droites, se termine en arrière à peu près au milieu de la distance entre l'extrémité de la mâchoire et l'angle de la bouche, tandis que la rangée interne, dont les dents sont plus rapprochées et tournées en dedans, s'étend en arrière au fond de la bouche. Sur les palatins on trouve un petit nombre de fort petites dents, mais il n'y en a point sur le vomer.

Les os pharyngiens et la partie la plus interne des arcs branchiaux sont munis de dents en cardes, la partie la plus externe de ces mêmes arcs est munie sur le bord interne d'une rangée de petites dents.

Le dernier rayon mou de la dorsale est fendu jusqu'à la base.

La dorsale à quatre rayons épineux et l'anale deux.

Les rayons branchiostègues sont au nombre de sept.

Le seul exemplaire connu et décrit par M. Esmark a été pris dans les environs de Hammerfest, côtes les plus septentrionales de la Norwége, et envoyé dans l'esprit de vin au musée de Christiania.

Comme je l'ai déjà dit au commencement de ce mémoire, les deux espèces suivantes n'étant, que je sache, indiquées dans aucun catalogue ni dans aucune bibliographie, et ne m'étant connues que par les mémoires publiés par M. Poey, je n'ai pu faire autrement que de copier textuellement les descriptions qu'en donne cet auteur.

Brama Agassizi, Poey.

Poissons de Cuba, page 204, n° 86, et conspect. Pisc. cubens, p 372 [1].

D 3,29, A. 2,21. P. 20.

« Je prends pour chef de file le *Brama Raii* de Bloch, décrit par Cuvier, dans son histoire naturelle des Poissons, tome VII, page 281, figure 190, et je commence par l'espèce de Cuba, la plus voisine. L'individu est mâle, long de 600 millimètres. J'accepte la description de Cuvier, sauf ce qui suit. Sa plus grande hauteur est presque trois fois dans la longueur totale, la tête y est quatre fois et demie, le diamètre de l'œil est compris trois fois et demie dans la longueur de la tête, mesurée depuis l'extrémité de la mâchoire inférieure, la bouche étant presque fermée; l'œil occupe alors le deuxième quart de la tête, un peu plus au-dessus du milieu de la hauteur. La bou-

[1] In : Memorias sobre la Historia natural de la Isla de Cuba, t. II. Habana, 1856-1858.

che est telle que Cuvier l'a décrite chez la *Brama Raii*. J'ajoute que le maxillaire pris au compas, et reporté sur l'œil, atteint aux trois quarts de l'orbite.

« Les dents sont bien différentes, car aux deux mâchoires il n'y a qu'une bande en velours, ou si l'on veut, attendu la taille du poisson, un peu en cardes, plus large sur le devant, mais sans aucun rang extérieur qui se fasse remarquer, et surtout sans aucune dent qui puisse passer pour canine ; la bande palatine existe, mais il y a de plus au vomer deux crochets rapprochés et forts.

« Les pectorales ont vingt rayons, le quatrième le plus long. Les ventrales sont deux fois plus courtes, le deuxième rayon mou de la dorsale a un peu plus de la moitié de la hauteur du corps.

« L'anale commence beaucoup plus en arrière, car elle est sous l'aplomb du treizième rayon mou de la dorsale, elle n'a que vingt et un rayons mous.

« La forme des écailles est singulière, pas autant peut-être que celles qui sont décrites par Cuvier, mais à peu près semblables. Leur bord libre, mince et non cilié, fait l'effet d'une membrane épidermique ajoutée à l'écaille proprement telle (Pl. 13, fig. 15.)[1], et réfléchit cette belle couleur d'étain ou d'argent un peu obscur qui paraît être la même dans les deux espèces. Ajoutez que le bord postérieur de la caudale est largement bordé de blanc.

« Iris noirâtre, pupille d'un bleu clair.

« Les viscères sont les mêmes, sauf qu'il y a sept cœcums au pylore au lieu de cinq.

« Cuvier n'a point trouvé de vessie natatoire. Je l'ai vue, assez forte, crevée par l'action du gaz qui avait poussé l'estomac du poisson dans sa bouche. Je n'ai pas étudié le squelette, mais d'accord avec Cuvier, j'y ai trouvé plus de vingt-quatre vertèbres caudales et plusieurs interépineux devant la dorsale.

« Si après avoir parcouru comparativement le texte de Cuvier, j'ai pu signaler les différences notables que l'on vient de lire, je puis compléter la comparaison en jetant les yeux sur la figure. Je rejette d'abord les armures particulières de l'épaule que Cuvier nie dans le texte, et qui ne sont pas dans l'espèce de Cuba. Après cela, je trouve que le croissant de la caudale est plus régulier, car dans mon espèce les six rayons du milieu sont sur une ligne verticale (Pl. 13, fig. 16[2],) et ont un peu plus du tiers de la longueur des extrêmes.

« Le commencement de la dorsale est comme dans la *Brama* de Cuba, en dépit du texte.

« J'ajoute maintenant que l'éminence sourcillaire est très-marquée à cause d'un en-

[1] Reproduite dans ce mémoire, pl. II, fig. 2

[2] Reproduite dans ce mémoire, pl II, fig 2 *a*.

foncement qui est au-dessus de l'orbite. Je n'ai pas pris note de la couleur des pectorales, mais sur la peau desséchée elle est jaune.

« Sa chair est délicate.»

Brama Brevorti, Poey.

Poissons de Cuba, page 206, n° 87, et conspect. Pisc. cubens, p. 372.

D. 3,27 ou 3,30. A. 2,21. P. 20.

« Je vais procéder de la même manière que dans l'espèce antérieure, en prenant pour type de comparaison la *Brama Raii*.

« Individu décrit : 410 millimètres.

« Son profil se relève beaucoup plus sur le dos, au point où commence la dorsale; sa hauteur est deux fois et deux tiers dans sa longueur totale, la tête y est quatre fois et demie, et contient l'œil trois fois et trois quarts; l'orifice postérieur de la narine est un trou rond. Les dents sont comme au *B. Agassizi*, il n'y en a pas au Vomer.

« Les pectorales ont vingt-rayons. Le deuxième rayon mou de la dorsale fait un peu plus des deux cinquièmes de la hauteur du corps. L'anale commence beaucoup plus en arrière. Les écailles sont à peu près les mêmes, ainsi que les couleurs; mais l'extrémité de la caudale est noirâtre; de même que celle des autres nageoires verticales, les pectorales et les ventrales participent de la teinte du fond. Les cœcums sont au nombre de huit.

« Comparée avec la figure de Cuvier, je trouve la caudale bien différente (voyez ma planche 13, fig. 17)[1], car les rayons du milieu font saillie et n'ont que la moitié de la longueur des extrêmes. J'ajoute que la queue depuis la terminaison des deux premières nageoires verticales jusqu'à l'aplomb des pointes caudales, fait justement le quart de la longueur totale jusqu'au bout du prémaxillaire.

« En résumé, cette espèce diffère, tant du *B. Raji* que du *B. Agassizi*, par un corps moins allongé, l'œil plus petit, l'orifice rond des narines, les pectorales courtes, l'uroptère sinueux, le nombre des rayons et des appendices cœcales; il diffère encore de l'un par les ventrales, la dorsale et l'anale plus hautes; et de l'autre, par la dorsale et l'anale plus basses, et par le défaut de dents vomériennes.

« La manière dont j'avais noté les rayons de la dorsale me laisse quelques doutes entre 3,27 ou bien 3,30.»

[1] Reproduite dans ce mémoire, pl. II, fig. 3.

Brama Saussurii, nov. sp.

D. $\frac{3}{30}$ A. $\frac{2}{20}$ P. 20. V. $\frac{1}{5}$ C. 24. L. lat. 50. L. vert. 43. M. B. 7.

Corps comprimé et élevé, peu allongé de l'arrière ; la plus grande hauteur est sous l'aplomb du premier rayon de la dorsale, elle n'est pas tout à fait deux fois et demie dans la longueur totale.

L'épaisseur du corps est du quart de sa hauteur.

Le dos et le ventre forment une carène peu élevée. La ligne du profil se relève fortement vers l'origine de la dorsale, d'où elle descend en pente douce jusque sur le front ; elle se courbe ensuite subitement en demi-cercle, passe devant la bouche et se continue sur la poitrine et le ventre, jusqu'à la base de la nageoire anale ; à partir de là, elle se relève et se dirige obliquement vers la queue. La courbe de la poitrine est un peu moins convexe que celle du ventre. Enfin, la ligne du dos, depuis l'origine de la dorsale jusqu'à la terminaison de celle-ci, est un peu plus droite et moins convexe que celle du bas du corps sous le ventre.

Le bout de queue, depuis la terminaison des nageoires verticales jusqu'à l'aplomb des rayons du milieu de la caudale, est trois fois et un dixième dans la longueur totale ; il a à son origine près du quart de la hauteur du corps et un neuvième de l'épaisseur de celui-ci.

La tête est un peu plus de quatre fois dans la longueur totale et elle a près d'un huitième de plus en hauteur qu'en longueur.

L'œil est grand, et n'est contenu que trois fois dans la longueur de la tête ; il se trouve placé vers le milieu de celle-ci, et plus près du profil supérieur, de manière que le bord postérieur de son orbite n'atteint guère plus de la moitié du second tiers de la longueur de la tête.

L'orifice postérieur de la narine est une fente tout à fait verticale et non oblique, comme chez le *B. Raii*, placée au milieu du bord antérieur de l'œil ; l'autre est un trou rond un peu ovale, placé à égale distance entre l'œil et le bout du museau.

La bouche est fendue obliquement et forme une courbe convexe vers le haut, qui descend en arrière, près du bord inférieur de l'œil, et atteint presque l'aplomb du bord postérieur de cet organe.

Le menton forme un petit angle obtus.

L'intermaxillaire est assez mince, le maxillaire presque entièrement découvert est

élargi, coupé carrément à sa base, avec ses angles légèrement arrondis ; le maxillaire pris au compas et reporté sur l'œil, atteint presque le bord supérieur de l'orbite.

Le sous-orbitaire est étroit, élargi en avant, où il a quelques petites dents à son bord inférieur, et ne se laisse pas apercevoir au delà du milieu du bord inférieur de l'orbite de l'œil.

Le préopercule a son limbe aplati, son bord mince, son angle arrondi, et porte vers son milieu un groupe de six à sept rayons osseux faisant saillie et terminés par de petites dents.

Les bords de l'opercule et du suropercule sont minces et entiers. L'opercule se termine à son milieu par un angle obtus, ce qui lui donne un peu la forme triangulaire.

L'interopercule s'avance jusque sous l'aplomb du bord antérieur du maxillaire, la bouche étant fermée. Les membranes branchiostègues conformées comme chez la *B. Raii*, ont de même chacune sept rayons.

Une pseudo-branchie, conformée comme celles de la *Brama Raii*, existe aussi à la face interne de l'opercule; elle est placée de même vis-à-vis l'extrémité supérieure du premier arc branchial, et est composée seulement de 42 lamelles ou filaments.

La mâchoire inférieure dépasse d'un tiers la longueur de la supérieure, la bouche du poisson étant ouverte.

Les mâchoires ont une bande large sur le devant et plus étroite en arrière, de dents en cardes, qui diminuent de grandeur à mesure que l'on avance vers le bord inférieur de la bouche.

Les dents de la rangée la plus externe, placées sur le bord de l'intermaxillaire, sont presque droites, quoique courbées à leur pointe. Celles des autres rangées sont fortement recourbées vers le fond de la bouche. Les dents de la mâchoire inférieure ont à peu près la même direction, seulement celles du devant de la rangée interne sont plus fortes et tellement recourbées en dedans qu'elles sont dans une position presque horizontale. Les dents les plus externes des deux mâchoires s'aperçoivent à l'extérieur lorsque la bouche est fermée.

Une petite bande de dents en velours ou un peu en cardes sur chaque palatin. Les os pharyngiens ont aussi des dents en cardes ; il n'y en a pas sur le vomer.

Le bord concave des arcs branchiaux est garni de dents en velours ou un peu en cardes; et, sur ses côtés interne et externe, de tubercules osseux, peu élevés, comprimés et alternants, garnis aussi des mêmes sortes de dents ; enfin, les sept tubercules du milieu de la partie externe du bord concave du premier arc branchial sont remplacés chacun par une lame assez longue, qui est osseuse, mobile, de forme triangulaire et pointue, et hérissée de petites dents à son extrémité et à son bord interne seulement.

La langue est lisse, épaisse, obtuse et libre.

La nageoire dorsale commence vis-à-vis la base des pectorales, elle occupe, sur le dos, un espace qui fait juste la hauteur du corps; elle a trois rayons épineux et trente rayons mous; le premier très-court, caché sous la peau, le cinquième (second mou), le plus long, ayant à peu près le tiers de la hauteur du corps; à partir de ce point, les rayons décroissent insensiblement jusqu'au treizième (dixième mou), passé lequel ils conservent la même longueur jusqu'au vingt-sixième (vingt-troisième mou), longueur qui équivaut au tiers du cinquième rayon. Les sept derniers se relèvent d'un tiers; ils ont par conséquent la longueur du onzième rayon (huitième mou).

L'origine de l'anale est sous l'aplomb du dix-septième rayon (quatorzième mou) de la dorsale; elle a deux rayons épineux et vingt rayons mous. Le troisième rayon (premier mou) est le plus long; il a le quart de la hauteur du corps. A partir du troisième, les rayons décroissent sensiblement jusqu'au huitième, passé lequel ils conservent à peu près la même hauteur jusqu'au dernier. La forme de cette nageoire est à peu près semblable à celle de la dorsale, seulement elle est à l'avant près d'un tiers moins haute que cette dernière.

Les pectorales sont assez larges, légèrement arrondies; elles ont chacune vingt rayons, le premier du tiers, le second des deux tiers de sa longueur; tous les deux sont simples, tous les autres branchus; le sixième le plus long, les autres diminuent sensiblement jusqu'aux derniers qui sont très-courts. Le rayon le plus long atteint l'aplomb du quinzième rayon (douzième mou) de la dorsale, la pectorale appliquée sur le corps du poisson.

Sous l'aisselle, à la base de chaque pectorale, sont seulement quatre grandes lames transparentes, minces et allongées, leur bord supérieur concave et l'inférieur convexe; elles sont plus larges à leur extrémité, dont le bord est arrondi, un peu sinueux et non dentelé comme chez la *B. Raii*. Ces lames n'ont que leur extrémité qui soit recouverte par l'épiderme pigmentaire; elles ont huit millimètres de longueur et quatre millimètres dans leur plus grande largeur.

Les ventrales ont six rayons, dont un épineux et cinq mous; elles sont attachées sous l'aplomb des pectorales; leur premier rayon mou, qui est le plus long, a le quart de la hauteur du corps; sur leur base, au bord externe, il existe aussi, comme chez la *B. Raii*, une grande lame écailleuse, mais, chez notre espèce, cette lame est ovale, allongée, convexe et terminée au bout par sept ou huit petites dents; tandis que chez la *B. Raii*, cette lame est triangulaire et pointue; cette dernière a aussi quelques petites dents à son extrémité. Les ventrales ont leurs rayons garnis en dessous d'écailles jusque près de la moitié de leur longueur.

La nageoire caudale est échancrée, arrondie à son milieu; elle a vingt-quatre rayons; les rayons décroissants de ses bords sont forts et cachés sous la peau, ne laissant apercevoir que leur pointe; il y en a quatre sur chaque bord, le premier très-court, d'un septième seulement, le deuxième et le troisième d'un tiers de la longueur du quatrième, qui est le plus long. Les six rayons du milieu croissent graduellement et font saillie; les deux les plus médians sont les plus longs et ont un peu plus des deux tiers de la longueur des rayons les plus longs des deux fourches caudales dont ils dépassent l'aplomb du quart de leur longueur.

Le front et le devant de la tête, jusqu'au bord antérieur de l'intermaxillaire, sont recouverts d'une peau nue; le restant de la tête, les nageoires verticales et tout le corps du poisson, sont garnis d'écailles de forme et de grandeur variables, suivant les différentes régions du corps; comme nous l'avons déjà signalé chez la *B. Raii*, on en compte environ cinquante sur une ligne longitudinale, depuis le milieu du bord postérieur de l'opercule jusqu'à la queue, sans compter les petites qui recouvrent la base de cette nageoire, et quarante à quarante-trois, sur une ligne verticale, dans la plus grande hauteur du corps.

Les écailles des flancs et de l'extrémité du corps ont une forme très-curieuse et sont bien différentes de celles qui recouvrent les mêmes parties chez la *B. Raii*. Ces écailles ont environ onze millimètres de longueur sur dix millimètres de hauteur; elles sont épaisses, très-convexes en dessus; leur partie cachée est couleur de corne, transparente, finement striée ou veinée en rayons concentriques sur son disque, avec six petites carènes longitudinales, dont celle du milieu est la plus élevée; chacune de ces carènes se termine en pointe et dépasse le bord antérieur de l'écaille; l'intervalle entre chacune de ces pointes est échancré, ce qui rend la base de l'écaille comme festonnée. La partie visible de l'écaille est un peu moins épaisse, elle a une profonde échancrure, un peu oblique vers le milieu de son bord postérieur qui est libre, membraneux, mince et non cilié. Chaque écaille porte en outre, à son milieu, un crochet gros et fort, dirigé en avant et qui vient se loger précisément dans l'échancrure du bord libre de l'écaille qui le précède. La membrane épidermique qui recouvre et colore la partie découverte de chaque écaille forme, à partir du bord du milieu de l'échancrure, quatre replis verticaux ayant, pour ainsi dire, la même forme que le crochet et suivant la même direction que celui-ci.

La partie antérieure de la base du crochet se trouve recouverte par le premier repli de l'écaille qui précède; l'épaisseur de l'écaille avec le crochet est de 02 millimètres. La liaison de ces replis, avec les crochets des écailles, forment des lignes ou arêtes saillantes, parallèles et longitudinales; on en compte de dix-neuf à vingt sur une

ligne verticale; quelques-unes de ces lignes s'enchevêtrent et se confondent vers le bas du corps, à peu près au milieu de sa hauteur, et sont réduites au nombre de cinq sur le bout de queue, à partir de la terminaison des nageoires dorsale et anale.

La saillie de ces lignes, très-prononcée sur les flancs et le bout du corps, devient de moins en moins marquée à mesure qu'on avance vers la tête; il n'y en a pas sur le haut du dos et sur la tête.

Les écailles des côtés du corps vers les pectorales ont une tout autre forme; elles ont cinq millimètres de longueur sur neuf de hauteur; elles sont striées ou veinées en rayons concentriques sur le disque de leur partie cachée, et seulement en lignes longitudinales et un peu ondulées sur leur partie visible; l'écaille est en outre divisée en deux parties par une forte carène verticale, renflée à son milieu, qui est armé d'un crochet fort petit. Les écailles de la tête et des pièces operculaires ont leur portion découverte trilobée; elles sont finement striées en lignes longitudinales et onduleuses sur leur disque, et finement ciliées à leur bord libre. Enfin, la même variabilité de forme que présentent les écailles de l'une à l'autre des nageoires verticales de la *B. Raï*, se retrouve chez la *B. Saussurii*.

La ligne latérale est peu visible et se marque à peine par un point légèrement creux sur chacune de ses écailles; elle suit, à peu près parallèlement, la ligne du dos et occupe, sur le devant, un peu moins du tiers de la hauteur du corps.

Ce poisson, à son arrivée au Musée de Genève, avait le corps d'une belle couleur d'argent ou d'étain, plus foncée sur le dos et sur le front, coloration qu'il a conservée en grande partie malgré un long séjour dans l'esprit de vin; la nageoire dorsale, à partir de son premier rayon mou jusqu'au neuvième, est largement bordée de blanc, le restant est bordé de noir et le fond de la membrane est brunâtre.

L'anale a les sept premiers rayons entièrement blancs, les quatre suivants sont seulement bordés de blanc, le restant est noirâtre.

La caudale a ses lobes supérieur et inférieur largement bordés de blanc, et les six rayons du milieu noirâtres.

Les pectorales et les ventrales sont jaunâtres.

L'individu décrit a $0^m,33$ de longueur totale, y compris la queue, et $0^m,13$ et 8 millimètres dans la plus grande hauteur du corps.

Rapports et différences. La *B. Saussurii* ressemble par le profil de la tête et la fente verticale de la bouche à la *B. Raï*, mais elle s'en distingue par un corps plus court et plus élevé, la carène de son dos, son œil plus grand, son anale plus courte et ses ventrales plus longues; elle s'en éloigne encore par la forme particulière de sa queue et de ses écailles, et par beaucoup d'autres détails de son organisation. Elle

ressemblerait davantage à la *B. Agassizi*, mais elle en diffère de même par son corps plus court et plus élevé, son œil plus grand, son maxillaire plus long, par la rangée la plus externe des dents des deux mâchoires, qui sont visibles au dehors, la bouche étant fermée, tandis qu'elles ne s'aperçoivent pas dans la *B. Agassizi*; elle se distingue encore de cette dernière par le manque de dents vomériennes et par la forme de ses écailles, qui sont, en outre, munies à leur milieu d'un crochet gros et fort dirigé en avant; dans la *B. Agassizi*, le quatrième rayon de la pectorale est le plus long, tandis que c'est le sixième dans la *B. Saussurii*; chez la première, les ventrales n'ont que le tiers de la longueur des pectorales, elles ont juste la moitié de la longueur de celles-ci dans la seconde. Chez les deux espèces, c'est le premier rayon mou de la dorsale qui est le plus long; chez la première, celui-ci a un peu plus de la moitié de la hauteur du corps, tandis que chez l'autre ce même rayon n'a guère que le tiers de cette hauteur. Enfin, dans la *B. Agassizi*, la forme de la nageoire caudale est bien différente; les rayons du milieu sont sur une ligne verticale et n'ont qu'un peu plus du tiers de la longueur des extrêmes; ces derniers dépassent l'aplomb des rayons médians à peu près de la moitié de leur longueur, tandis que chez la *B. Saussurii* ce sont les rayons du milieu qui dépassent l'aplomb des extrêmes. Enfin, dans la *B. Agassizi* il n'y a que le bord postérieur de la queue qui soit largement bordé de blanc; chez la *B. Saussurii*, non-seulement les deux lobes de la caudale sont largement bordés de blanc, mais encore les deux autres nageoires verticales le sont aussi largement en avant.

Après avoir signalé les principales différences qui distinguent la *B. Saussurii* des *B. Raii* et *Agassizi*, il me reste encore à établir la comparaison de notre espèce avec la seconde de M. Poey, la *Brama Brevorti*, avec laquelle elle m'a paru avoir le plus de rapport par la généralité de ses caractères, autant du moins que j'ai pu en juger d'après les descriptions malheureusement beaucoup trop brèves de ce naturaliste.

Voici un tableau comparatif des *B. Brevorti* et *B. Saussurii*.

B. Brevorti.	*B. Saussurii.*
D. $\frac{3}{27\text{-}30}$ A. $\frac{2}{21}$ P. 20. V. $\frac{1}{5}$.	D. $\frac{3}{30}$ A. $\frac{2}{20}$ P. 20. V. $\frac{1}{5}$.
La plus grande hauteur du corps est deux fois et deux tiers dans la longueur totale.	La plus grande hauteur du corps n'est pas tout à fait deux fois et demie dans la longueur totale.
La tête est quatre fois et demie dans la longueur totale.	La tête est seulement un peu plus de quatre fois.

L'orifice postérieur de la narine est un trou rond.	L'orifice postérieur de la narine est une fente verticale.
Le maxillaire pris au compas et reporté sur l'œil atteint aux trois quarts de l'orbite.	Le maxillaire atteint le bord supérieur de l'orbite.
Les dents n'ont aucun rang extérieur qui se fasse remarquer.	La rangée la plus externe des dents des deux mâchoires s'aperçoit du dehors, même quand la bouche est fermée.
Le deuxième rayon mou de la dorsale, qui est le plus long, fait un peu plus des deux cinquièmes de la hauteur du corps.	Le deuxième rayon, qui est aussi le plus long, n'a à peine que les deux cinquièmes de la hauteur du corps.
Le bout de queue, depuis la terminaison des nageoires dorsale et anale jusqu'à l'aplomb des pointes caudales, fait juste le quart de la longueur totale.	Le bout de queue, pris dans les mêmes parties et mesuré de la même manière, n'est que trois fois et un dixième dans la longueur totale.
Les rayons du milieu de la caudale n'ont que la moitié de la longueur des extrêmes, et n'atteignent pas l'aplomb de ces derniers.	Les mêmes rayons ont un peu plus des deux tiers de la longueur des extrêmes, dont ils dépassent l'aplomb du quart de leur longueur.
L'extrémité de la caudale et des autres nageoires verticales sont noirâtres.	Les deux lobes de la queue sont largement bordés de blanc, le restant est noirâtre. Les nageoires dorsale et anale sont blanches en avant, sur une partie de leur longueur, le restant est brunâtre bordé de noirâtre.
Les écailles à peu près semblables à celles de la *B. Raii*, ayant leur bord mince, libre et non cilié, font l'effet d'une membrane épidermique ajoutée à l'écaille.	Les écailles, bien différentes de celles de la *B. Raii*, etc., sont munies d'un crochet gros et fort dirigé en avant.

Le tableau qui précède démontre suffisamment les différences qui distinguent l'une de l'autre les *B. Brevorti* et *Saussurii*. J'ai signalé en outre, en décrivant cette dernière, de nombreux détails d'organisation, dont quelques-uns existent peut-être chez les *B. Agassizi* et *Brevorti*, quoique M. Poey ne les ait pas mentionnés dans les descriptions qu'il a données de ces deux espèces. Quoi qu'il en soit, la forme particulière des écailles de la *B. Saussurii*, et les crochets dont elles sont munies, etc., me paraissent des caractères trop importants pour que ce naturaliste les eût passés sous silence s'il les avait rencontrés chez l'une ou l'autre de ses espèces.

La connaissance de la *Brama Saussurii* vient ajouter un nouveau poids en faveur

de l'opinion émise par M. Lowe dans sa description de la *Brama longipinnis*, opinion adoptée depuis par les naturalistes qui l'ont suivi sur les affinités qui existent entre les genres *Brama* et *Taractes;* car, outre les crochets de ses écailles, qui sont, il est vrai, tournés en sens contraire, notre espèce présente encore d'autres caractères en rapport avec le Taractes, soit par la brièveté relative de son corps et de l'espace qui sépare ses nageoires dorsale et anale de la caudale, soit par la forme arrondie du milieu de cette dernière ; enfin, par les dentelures, quoique en petit nombre, de son préopercule, etc.

Les rapports entre les genres *Brama* et *Taractes* m'ont paru si intimes, que j'ai cru de quelque utilité de donner la caractéristique de ce dernier genre, telle que l'a établie M. Lowe pour l'espèce qu'il a découverte et qui est la seule connue jusqu'à ce jour.

Genre TARACTES.

Lowe, Proc. Zool. Soc. of London, part. XI, p. 82, 1843.

Corpus ovatum compressum (ad finem pinnæ dorsalis analisque abrupte in caudam contractum), squamis cycloideis retrorsum aculeato-umbonatis muricato asperum; caput squamosum; oculis magnis; rostro brevissimo rictu magno subverticali; dentibus Bramæ *similibus subscobinatis recurvis, externis majoribus; palatinis vomereque armatis. Operculum simplex inerme. Præoperculum basi eximie dentato S. subcalcarato; subopercule interoperculoque denticulatis.*

Pinnæ malacopterygiæ, S. omnes radiis mollibus. Ventrales subjugulares. Pinnæ dorsalis analisque unica conformis lata: caudalis simplex integra rotundata. Squamæ magnæ trapeziformes postice emarginatæ cycloideæ; umbone in aculeum recurvato-erectum producto.

Corps ovalaire et comprimé, très-raccourci vers la queue, depuis la terminaison des nageoires dorsale et anale. Tête recouverte d'écailles; yeux grands; museau très-court; fente buccale subverticale. Les dents semblables à celles de la *Brama Raii* et recourbées en dedans, les externes les plus grandes; des dents sur les palatins et le vomer. Opercule simple, sans dentelure. Préopercule avec de fortes épines à sa base, sous-opercule et interopercule denticulés.

Dorsale et anale larges et également conformées ; ventrales subjugulaires. Caudale arrondie. Écailles grandes, trapéziformes, munies d'un crochet dirigé en arrière.

Sept rayons branchiostèges.

Habite. Mer de Madère.

Taractes asper.

Lowe, loc. cit. p. 83.

$$D.\ \frac{5}{28}\ A.\ \frac{3}{20}\ P.\ 17.\ V.\ \frac{1}{5}\ C.\ \frac{4+8}{3+7}\ L.\ lat.\ 43.$$

M. Lowe fait remarquer que le nom générique, imposé à ce petit poisson si intéressant, quoique peu coloré et privé d'ornement, exprime bien les difficultés qu'il a éprouvées pour établir ses affinités. Celles-ci sont tellement obscures et compliquées d'analogies avec d'autres familles (*Zenniдæ*, *Caproidæ*, *Scombridæ*), que sans la découverte subséquente de la *Brama longipinnis*, dont les écailles sont munies de crochets semblables, quoique tournés en sens contraire, sa vraie place près des *Brama* aurait été méconnue.

Au moment où l'impression de ce travail allait être terminée, M. le professeur Claparède a bien voulu me communiquer un Mémoire qu'il venait de recevoir de la part de M. Lilljeborg [1] sur le *Pterycombus brama*, *B. Fries*. Ce naturaliste donne des détails fort intéressants sur ce poisson, dont il a pu étudier un certain nombre d'individus pris, les uns sur les côtes de Hammerfest, d'autres sur celles du Finmark, et un à trois milles de Berghen. M. Lilljeborg démontre les affinités qui existent entre le *Pterycombus* et le genre *Brama*, et justifie par ses observations l'opinion de M. Günther et des autres ichthyologistes, qui ont placé ce der-

[1] Bidrag till Kännedomen om *Pterycombus Brama B. Fries*, en Fisk af makrillfiskarnes Familj ; Inbjudningsskrift till Upsala Universitets Fest den 4de November 1864. Af W. Lilljeborg. Upsala, 1864.

nier genre dans la famille des Scombéroïdes. M. Lilljeborg ajoute à son travail un tableau de cette dernière famille, dont j'ai extrait seulement la partie qui se rattachait aux genres *Pterycombus* et *Brama*, le manque de place ne me permettant pas de le donner en entier. Enfin, M. Lilljeborg assimile à la *Brama longipinnis Lowe*, la *Brama Raschii Esm.*, et considère la capture de l'individu décrit par M. Esmark, et conservé au musée de Christiana, comme une nouvelle preuve du courant qui amène sur les côtes les plus septentrionales de la Norwége des espèces méridionales qu'on n'avait pas trouvées dans des localités intermédiaires.

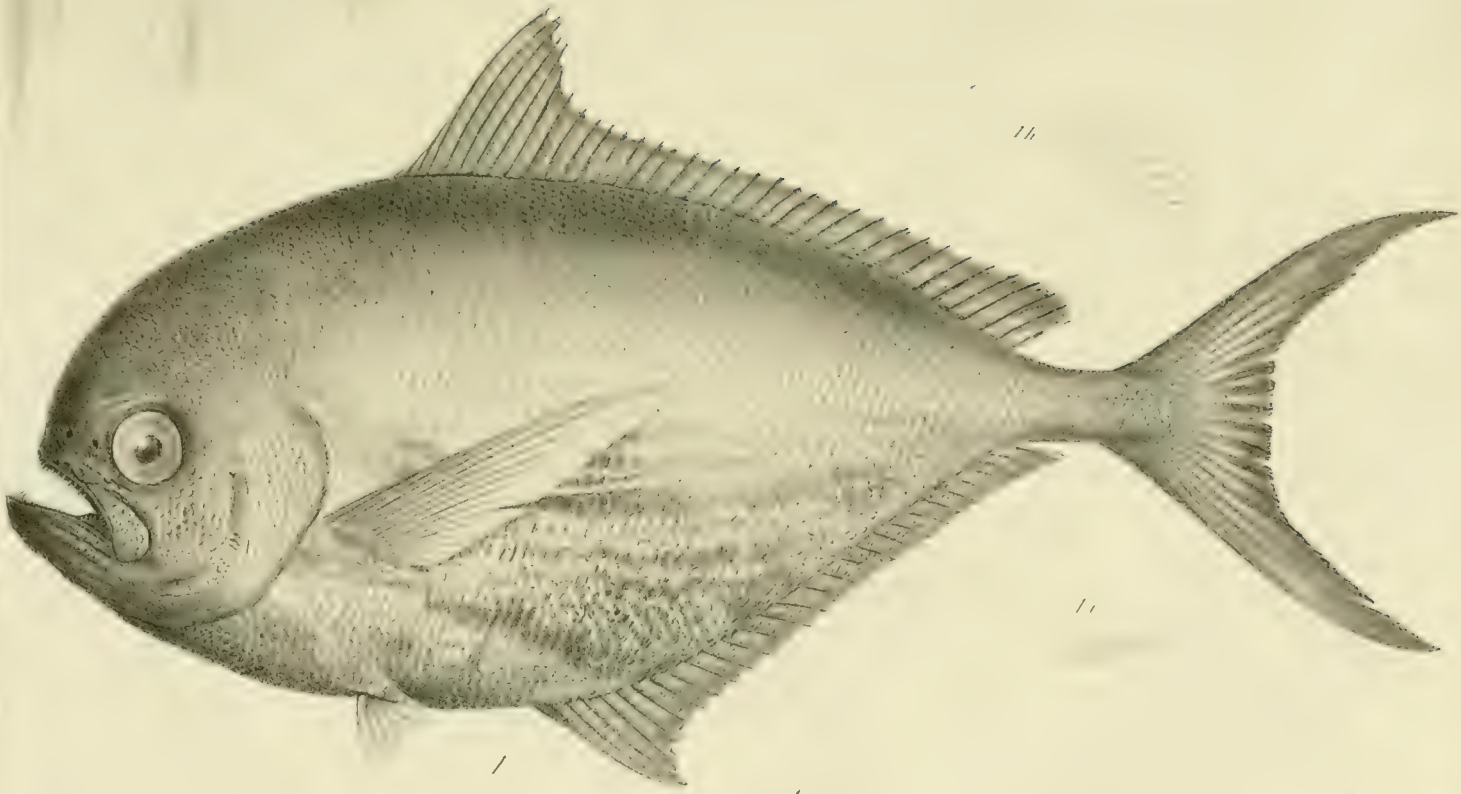
En lisant les descriptions des auteurs, j'avais été frappé moi-même des rapports spécifiques existant entre les *Brama longipinnis* et *Brama Raschii*, ce qui m'avait fait croire à la réunion possible de ces deux poissons en une seule et même espèce; mais n'ayant à ma disposition aucun sujet en nature pour établir la comparaison, je n'ai pu formuler une opinion à ce sujet, laissant aux naturalistes mieux placés le soin de décider la question. Toutefois, si la *Brama Raschii* doit être considérée seulement comme synonyme de la *Brama longipinnis*, la description et la figure données par M. Esmark n'en auront pas moins été pour la science d'un intérêt et d'une utilité incontestables.

- Scombres a une seule nageoire dorsale. . . . . Bouche.
  - Munie de dents. Nageoires dorsale et anale . . .
    - pouvant s'abaisser entre deux rangées de grandes écailles formant des couvre-nageoires. . . Genre *Pterycombus*.
    - dépourvues de ce mode d'abaissement et couvertes en grande partie d'écailles distinctes. Genre *Brama*.
      - Écailles de la ligne latérale . . . . .
        - au nombre d'environ 42. Tubercules des écailles hauts et pointus . . . . . *B. longipinnis* (Raschii, Esmark).
        - au nombre d'environ 80. Tubercules bas et tronqués . . . . . *B. Rait*.
  - Dépourvue de dents. Nageoires ventrales munies de rayons nombreux. Genre *Lampris Retz. L. guttatus*

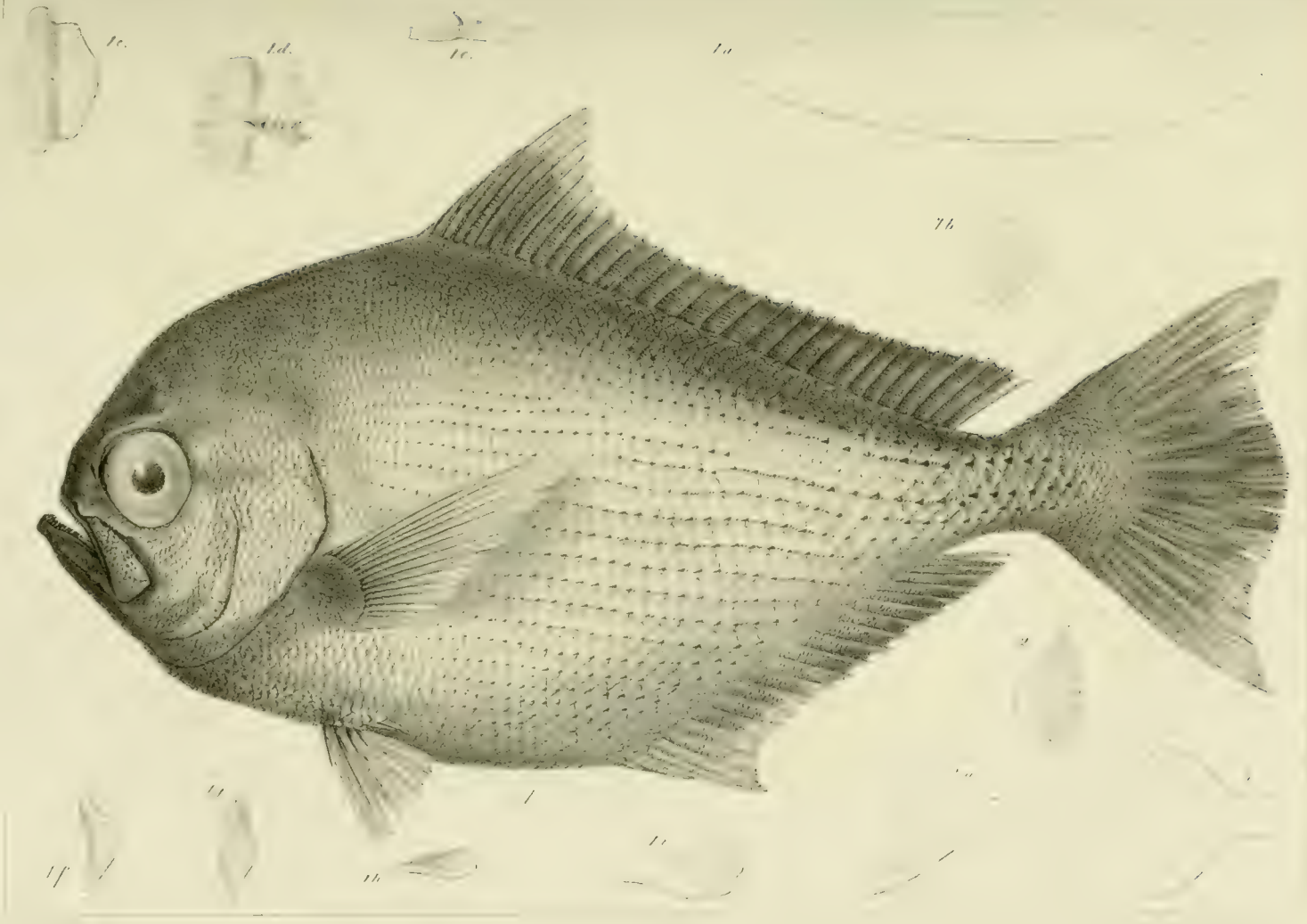
EXPLICATION DES PLANCHES.

Pl. I, fig. 1. *Brama Raii*, moitié de grandeur naturelle.
» 1 *a*. Coupe verticale.
» 1 *b*. Écaille de l'opercule, grossie trois fois.
» 1 *c*. Écaille des flancs, grossie deux fois.
» 1 *d*. Écaille de l'extrémité du corps, grossie trois fois.
» 1 *e*. Écaille de la dorsale, grossie quatre fois.
» 1 *f*. Écaille de l'anale, grossie trois fois.
» 1 *g*. Écaille de la caudale, grossie quatre fois.
» 1 *h*. Lames de l'aisselle de la pectorale, de grandeur naturelle.
» 1 *i* à 1 *l*. Les mêmes séparées, prises sur différents individus, montrant les diverses formes qu'elles affectent, grossies deux fois.

Pl. II, fig. 1. *Brama Saussurii*, deux tiers de la grandeur.
» 1 *a*. Coupe verticale.
» 1 *b*. Écaille de l'opercule, grossie quatre fois.
» 1 *c*. Écaille des flancs, grossie trois fois.
» 1 *d*. Écaille de l'extrémité du corps, grossie deux fois.
» 1 *e*. La même vue de profil, grossie deux fois.
» 1 *f*. Écaille de la dorsale, grossie quatre fois.
» 1 *g*. Écaille de l'anale, grossie quatre fois.
» 1 *h*. Écaille de la caudale, grossie quatre fois.
» 1 *i*. Une lame de l'aisselle de la pectorale, grossie trois fois.
» 2. Ecaille de la *Brama Agassizi*, Poey.
» 2 *a*. Queue de la même.
» 3. Queue de la *Brama Brevorti*, Poey.



Brama Raii Bl. Schn.



Brama Saussurii G. Cuvier

NOTE

SUR LA

MESURE DE LA PESANTEUR PAR LE PENDULE

PAR

M. C. CELLÉRIER

§ 1.

Préliminaires.

La première mesure précise de la pesanteur est due à Borda; on sait qu'il a trouvé pour Paris $g=9^m,8088$, et ses successeurs en contrôlant cette mesure n'ont fait que la confirmer. Les variations qu'elle éprouve pour d'autres latitudes sont données par une formule, établie d'abord par la théorie, mais qu'un grand nombre d'observateurs ont également confirmée, de sorte que la valeur de la pesanteur ainsi déterminée pour tous les points de la terre est considérée comme un fait acquis à la science, du moins abstraction faite de l'altitude.

Quant à l'influence de celle-ci, elle se compose de deux effets distincts en sens opposé : d'une part, si on l'éloigne du centre de la terre, il en résulte une diminution de l'attraction générale de la masse, et sa loi est connue avec exactitude; d'autre part, si on l'en éloigne non pour s'élever dans les airs comme le ferait un ballon, mais par suite de l'exhaussement du sol, l'attraction du massif ainsi interposé agit comme accroissement de la pesanteur, et la valeur de cet accroissement renferme deux éléments inconnus : le premier est la densité moyenne du massif comparée à celle de la terre, et peut se déterminer expérimentalement entre certaines limites; le second est la forme même du massif. Suivant qu'on

assimile cette forme à celle d'un disque plan indéfini, ou à celle d'une couche sphérique d'épaisseur uniforme et recouvrant soit toute la sphère terrestre, ce qui serait peu exact, soit seulement une zone de cette surface, l'accroissement de pesanteur qui en résulte peut varier du simple au double, sans aller jusqu'à balancer la diminution due à la première cause. Il résulte donc de l'altitude, dans tous les cas, une diminution de la pesanteur, et Poisson l'a estimée à une fraction du total représentée par $\frac{5h}{4r}$, h étant l'altitude, r le rayon terrestre; il est peu probable que la correction réelle s'éloigne beaucoup de cette valeur, elle devrait toutefois être estimée pour chaque localité d'après la forme du massif; mais cette question n'est pas autre que celle de l'attraction produite par les inégalités accidentelles du sol, montagnes, dépressions, etc., et nous ne nous en occuperons point dans ce mémoire; il nous suffira de remarquer que pour l'observatoire de Genève, en lui attribuant l'altitude de 400^{m}, la diminution qui en résulte dans la valeur de g est très-probablement comprise entre 0^{m},0007 et 0^{m},0009.

Notre but n'est point d'étudier toutes les questions qui se rapportent à la pesanteur, mais seulement d'exposer les méthodes qui nous semblent les plus propres à déterminer sa valeur exacte pour un lieu donné au moyen des observations du pendule, et en particulier du pendule à réversion imaginé par Bessel, sans qu'il paraisse l'avoir employé, et qui seul, à ce qu'il nous semble, peut éliminer les incertitudes dues à la présence de l'air.

Comme il s'agit de contrôler des mesures considérées comme fort exactes, nous devons avant tout fixer le degré d'exactitude que nous devons chercher à obtenir; or, il est infiniment peu probable que dans la mesure de g par Borda il y ait erreur sur le troisième chiffre décimal, et toute mesure de la gravité pour divers lieux dont l'erreur possible ne serait pas très-inférieure à celle-là serait d'une utilité douteuse soit comme contrôle de la formule de Borda, soit comme donnée relative à la forme, la densité et l'attraction des massifs.

Comme nous sommes forcés, pour donner une base à l'importance diverse des sources d'erreur que nous aurons à examiner, de les rapporter toutes à un degré précis d'approximation comme but à atteindre, nous admettrons qu'on se propose d'obtenir la valeur de g à une unité près du quatrième ordre décimal, c'est-à-dire du dernier du nombre donné par Borda. Telle est la limite supérieure que nous assignons à l'erreur absolue; quant à l'erreur relative, comme le nombre total est environ 10, elle devra être tout au plus un cent millième; ou bien, si l'on veut évaluer la limite d'erreur sur la durée d'une oscillation du pendule simple, il faudra qu'elle ne dépasse pas un deux cent millième, à cause de la formule

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad l = \frac{g T^2}{\pi^2},$$

T étant cette durée, et l la longueur du pendule simple.

Après avoir ainsi posé la limite des erreurs admissibles, nous allons passer en revue les diverses causes qui peuvent donner lieu à des erreurs d'observation, puis nous soumettrons à l'analyse celles qui en sont susceptibles.

§ 2.

Des diverses causes d'erreur dans l'observation du pendule.

Il va sans dire que, dans l'examen de ces causes, nous ne mentionnerons point celles que présenterait un appareil imparfait; il s'agit d'obtenir une exactitude considérable, et les considérations que nous avons à présenter sont spécialement destinées à ceux qui voudraient utiliser de la manière la plus complète un appareil exécuté avec un très-grand soin, tel que le pendule à réversion dont nous avons déjà parlé.

1° *Mesure du temps.* L'instant où commence et finit l'observation doit se lire sur la pendule sidérale, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un chronographe. Il y a dans cette lecture trois sources possibles d'er-

reurs, savoir celle de la pendule, celle du chronographe, celle du signal ; les deux premières sont tout à fait du ressort de l'astronomie et nous ne faisons que les mentionner, d'autant plus que l'une d'elles au moins, celle de la pendule, sera toujours inférieure à $\frac{1}{100000}$ dans tout observatoire où cet instrument aura été l'objet d'observations suivies. Quant à l'erreur du signal, elle est indépendante de la durée totale de l'observation, et par suite son influence sur la valeur de g est en raison inverse de cette durée. Si l'on admettait, par exemple, $\frac{1}{20}$ de seconde pour l'erreur absolue sur le signal du commencement et celui de la fin réunis, il faudrait une observation d'une durée de 3 heures pour que l'erreur sur g fût d'au plus $\frac{1}{100000}$; toutefois, même dans d'autres conditions, ce résultat est bien atténué en prenant la moyenne d'observations répétées; s'il fallait cependant obtenir une exactitude encore plus grande, on y parviendrait peut-être à l'aide de quelque appareil catoptrique, indiquant à de rares intervalles une coïncidence peu fréquente entre la position verticale du pendule et quelque position spéciale de la pendule sidérale.

2° *Changements de forme du pendule.* Si de tels changements se produisent pendant le mouvement, à moins qu'ils ne soient tout à fait imperceptibles, il faut renoncer à évaluer par le calcul à 0,00001 près leur influence sur la durée; l'instrument qui en est affecté ne peut être employé pour une observation exacte.

Or de tels changements sont à craindre lorsque l'appareil n'est pas homogène, par suite des variations de température, parce qu'alors il se déforme sans que ses formes successives soient géométriquement semblables; on est exposé au même inconvénient lorsqu'il entre des corps organiques dans la composition de l'appareil, à cause de leur dilatation inégale.

Pour la même raison tout mode de suspension au moyen d'un appareil élastique ou flexible, fil ou ressort, donne lieu à une erreur que le

calcul ne peut apprécier. Il est bien évident qu'un appareil composé d'un fil unique doit être rejeté, comme donnant lieu inévitablement à un mouvement conique; quant aux suspensions bifilaires, ou à celles qu'on pourrait être tenté d'opérer au moyen d'un ressort large et flexible pour éviter le frottement, on aura toujours à craindre l'un ou l'autre des inconvénients suivants : si le fil ou ressort conserve une certaine épaisseur, une certaine résistance à la flexion, le moment de cette résistance agit comme nous verrons dans un sens tel, que sans altérer l'amplitude des oscillations, il en abrége la durée, et cela d'une manière fort difficile à apprécier; de plus, la courbure du ressort a pour effet de raccourcir le pendule à certaines périodes du mouvement, et l'effet qui en résulte est hors de la portée du calcul; si, au contraire, on suppose le fil ou ressort tout à fait mince, de sorte que la résistance à la flexion puisse être négligée, les ballottements latéraux, et surtout les oscillations verticales résultant de l'extension du ressort sont presque impossibles à éviter.

Nous ne nous occuperons dans cette note que du cas où l'appareil de suspension se compose d'un couteau.

3° *Effets de la présence de l'air.* Ces effets sont de plusieurs sortes : l'un, dont la valeur numérique peut être exactement calculée, résulte de la poussée, et s'il existait seul, on en tiendrait compte en estimant g comme si l'expérience avait lieu dans le vide, puis augmentant la valeur ainsi trouvée d'une partie aliquote représentée par $\frac{1}{773\,d}$, d étant la densité moyenne de l'appareil par rapport à l'eau, tandis que 773 est celle de l'eau par rapport à l'air que l'on devrait modifier suivant les circonstances; pour un appareil de cuivre cette correction est d'environ $\frac{1}{6000}$ du tout. Mais outre cet effet purement statique de l'air, nous devons tenir compte de la résistance du mouvement. Nous vérifierons plus tard que, si cette résistance était la même pendant la période ascendante et la période descendante du mouvement, en la supposant peu considérable par rapport au poids de l'appareil, son influence sur l'amplitude serait notable, mais son influence sur la durée des oscillations serait d'un or-

dre tout à fait inférieur, de sorte qu'il suffirait de tenir compte de la poussée. Mais il n'en est rien.

Non-seulement la valeur numérique de la résistance ne peut être appréciée parce que sa loi en fonction de la vitesse n'est pas tout à fait constatée, mais elle est accompagnée d'un effet de remou, pour ainsi dire, consistant en ce que l'air rencontré par le pendule dans la période descendante conserve une vitesse acquise dans l'oscillation précédente, et qui est en sens contraire du mouvement, tandis que dans la période ascendante ce mouvement accidentel de l'air est déjà amorti, si même il n'a eu le temps d'acquérir une vitesse dans le sens du mouvement; de cette double circonstance résulte que la résistance de l'air est plus grande pendant la période descendante, et cette différence, tout à fait impossible à évaluer numériquement *a priori*, agit comme le ferait une exagération de la poussée; ce singulier effet de l'air a été évalué diversement: suivant la forme de l'appareil il peut accroître l'effet de la poussée d'une fraction de sa valeur variant de $\frac{1}{2}$ à 2, autant qu'on en peut juger par les expériences et les appréciations les plus extrêmes. Or, en supposant comme ci-dessus la poussée égale à $\frac{1}{6000}$ de la pesanteur, on voit que la moitié de la poussée, si on la négligeait, produirait sur la valeur de g une erreur relative de $\frac{1}{12000}$, ou bien supérieure à la limite que nous lui avons assignée. Il est donc absolument nécessaire de tenir compte de ces effets si complexes de l'air, et on ne peut les apprécier par le calcul.

Un premier moyen se présente naturellement à l'esprit: il consisterait à faire osciller le pendule dans le vide; il faudrait toutefois que ce vide fût, si ce n'est absolu, du moins tout à fait permanent; la plus légère rentrée de l'air pendant l'expérience troublerait le mouvement. Ces conditions sont difficiles à obtenir avec un appareil de dimensions un peu grandes, outre que tous les détails de l'observation seraient rendus bien plus difficiles.

On a proposé aussi de comparer au pendule principal un autre appa-

reil ayant extérieurement la forme du premier et disposé de manière que la durée d'oscillation y fût sensiblement égale, mais d'une grande légèreté qui donnerait à la résistance de l'air une action relativement plus grande. Il resterait toutefois la difficulté d'observer la durée d'oscillation avec une grande exactitude quand le peu de masse de l'appareil donnerait prise à une multitude de causes d'erreur insensibles pour un appareil plus lourd.

Il nous reste à parler du procédé imaginé par Bessel et qui, à notre avis, résout complétement la question; aussi aurait-il été, ce semble, bien inutile de nous appesantir sur les autres moyens moins parfaits proposés avant lui, si cette comparaison même ne devait donner une importance plus grande aux résultats obtenus par ce nouvel appareil, puisqu'il peut seul éliminer une cause sensible d'erreur dont tous les autres sont nécessairement affectés. Il est inutile que nous décrivions maintenant cet appareil, dont nous aurons à reparler.

4° *Frottement, défaut de parallélisme ou de perpendicularité des diverses pièces.* Nous ne parlerons point ici de ces diverses causes d'erreur, parce que nous devons en faire, du moins pour les principales, une analyse détaillée; et même pour une suspension par couteau, ce n'est pas seulement le frottement qu'il faut considérer, mais les déplacements moléculaires inconnus qui l'accompagnent et peuvent produire un ballottement très-faible à la vérité dans la position de l'axe réel de rotation du pendule.

Dans l'analyse suivante nous regarderons les effets de l'air, du frottement, du ballottement, etc., comme des causes troublantes de la régularité du mouvement, mais nous les supposerons assez petites pour que nous puissions évaluer les effets de chacune d'elles en négligeant toutes les autres. Ce point de vue semble naturel et tout à fait conforme aux principes admis en pareille matière. — Mais nous serons forcés, comme on verra, de faire aussi entre ces causes troublantes une distinction essentielle fondée sur leur nature, c'est-à-dire de mettre à part, pour en évaluer l'effet, celles qui continueraient d'agir quand l'amplitude devien-

drait très-petite, sans converger en même temps qu'elle vers 0. Comme de semblables forces se produisent parmi les actions dues au frottement, c'est par celles-ci que nous commencerons notre analyse, tout en lui donnant une forme assez générale pour embrasser toutes les actions troublantes dans une même équation.

§ 5.

Équation générale du mouvement. Intégration dans l'hypothèse où le moment des forces troublantes est constant.

Nous nommerons g la pesanteur dans le vide, comprenant ainsi la poussée parmi les forces troublantes.

Supposons d'abord l'appareil en équilibre; si on le déplace infiniment peu, il tourne autour d'un certain axe instantané de rotation; comme nous voulons tenir compte des déformations possibles du couteau, qui en réalité peut éprouver des torsions ou flexions très-petites pendant le mouvement, prenons sur cet axe instantané deux molécules matérielles; la droite mathématique qui les joint pourra se déplacer, mais c'est cette droite que nous nommerons l'axe, et à laquelle nous rapporterons le mouvement; nous supposerons seulement qu'elle est horizontale quand il y a équilibre, quitte à apprécier plus tard l'effet d'un défaut d'horizontalité du couteau. Nous nommerons m la masse de l'appareil qui est une constante; h la distance de son centre de gravité à l'axe, l le quotient du moment d'inertie du corps par rapport à l'axe, divisé par $m\,h$, de sorte que ce moment soit $m\,h\,l$; à l'instant où l'on déplace très-peu le corps de sa position d'équilibre, nommons μ le moment des forces troublantes, supposé agir en sens contraire de la rotation effectuée; quand il y a oscillation, ou que le déplacement n'est pas infiniment petit, ce moment sera désigné par $\mu + \mu'$, de sorte que μ sera la partie constante du moment, celle qui ne s'annule point avec l'amplitude des oscillations; cette partie n'est point nulle, elle est produite entre autres par le frottement

à l'instant où le pendule est vertical; quant à l'autre partie μ' elle est variable, inconnue, et s'annule avec l'amplitude; elle contient un terme dû aux variations que peut éprouver le frottement, et d'autres termes inconnus dus à l'action de l'air ou à d'autres causes troublantes s'il y en a; nous remarquerons seulement que, s'il existait dans l'air ambiant un courant permanent, il produirait un terme dans la valeur de μ, ce serait la valeur de son moment quand le pendule est vertical. Enfin, pendant une oscillation, nommons θ l'angle variable du plan mené par l'axe et le centre de gravité avec le plan vertical passant par l'axe, nous supposons cet angle θ compté positivement du côté où le pendule est d'abord écarté.

Si nous regardons pour un instant l'axe comme fixe, le corps comme absolument invariable de forme, nous savons que l'accélération angulaire dans ce cas est égale à la somme des moments des forces divisée par le moment d'inertie; la vitesse angulaire étant $-\frac{d\theta}{dt}$, son accélération est $-\frac{d^2\theta}{dt^2}$, le moment de la pesanteur dans le sens du mouvement $mgh \sin. \theta$, celui des autres $-\mu-\mu'$; ainsi en changeant les signes nous aurions pour l'équation du mouvement

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{-mgh \sin. \theta + \mu + \mu'}{mhl}$$

Si, au contraire, nous voulons tenir compte des légères flexions de l'appareil et du balancement de l'axe, h et l varieront très-peu, et quelles que soient les dispositions des molécules du couteau et du support qui donnent lieu à ces irrégularités, l'accélération angulaire du mouvement relatif, ou $\frac{d^2\theta}{dt^2}$ aura toujours une valeur qui différera très-peu de celle-là, et que nous pourrons encore représenter par le second membre de l'équation ci-dessus en faisant rentrer les termes additionnels qu'il y faudrait joindre dans la valeur de μ'; car ces termes, comme ceux qui forment déjà μ', sont nuls quand l'appareil n'éprouve qu'un déplacement infiniment petit de la verticale ou s'annulent avec l'amplitude des oscillations; pour la même raison, nous pourrons prendre pour h et l les

valeurs de ces deux quantités correspondant à la position d'équilibre, ou les regarder comme des constantes.

L'équation à intégrer se trouve ainsi de la même forme que si l'axe était fixe, et nous pourrions l'intégrer par la méthode de la variation des constantes arbitraires, en regardant les forces troublantes $\mu+\mu'$ comme très-petites par rapport à la force principale mg sin. θ; mais on conçoit qu'en opérant ainsi on arriverait nécessairement à un paradoxe dans le cas de très-petites amplitudes, parce que μ ne s'annulant pas avec θ finira par n'être point négligeable par rapport à mg sin. θ; cela n'aurait lieu en réalité que pour des valeurs de l'amplitude tellement petites que la difficulté serait plus apparente que réelle, cependant le paradoxe existerait dans la formule, ce qu'il faut éviter.

La cause physique de cette singularité tient à ce que le mouvement oscillatoire venant à s'éteindre, le pendule, quand on calcule rigoureusement ce mouvement, finira par s'arrêter dans une position non verticale par suite du frottement. Un courant d'air permanent produirait le même effet.

Nous calculerons donc séparément l'effet de la force constante μ, et au paragraphe suivant nous évaluerons d'une manière toute différente celui des forces représentées par μ' comme si μ était nul. Notre équation différentielle est ainsi réduite à la forme suivante :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\text{ sin. }\theta + \frac{\mu}{mhl}$$

Le phénomène physique auquel elle correspond est le mouvement oscillatoire troublé par le frottement seul, en regardant celui-ci comme ayant un moment constant, ce qui s'écarte fort peu de la réalité.

Supposons qu'après avoir écarté le pendule d'un angle α on le laisse livré à lui-même sans vitesse acquise. Multiplions l'équation par $2\frac{d\theta}{dt}$ et intégrons de manière que pour $\theta=\alpha$ on ait $\frac{d\theta}{dt}=0$. Nous aurons :

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}(\text{cos. }\theta - \text{cos. }\alpha) + \frac{\mu}{mhl}(\theta-\alpha)$$

Le pendule en général dépassera la verticale et s'arrêtera de l'autre côté dans une situation telle que $\theta = -\beta$, en déterminant β par l'équation

$$\frac{2g}{l}(\cos.\beta - \cos.\alpha) - \frac{\mu}{mhl}(\alpha+\beta) = 0.$$

Remplaçant cos β, cos. α par leur valeur en série, on aura

$$\cos.\beta - \cos.\alpha = \frac{1}{2}(\alpha^2-\beta^2)\left[1 - \frac{\alpha^2+\beta^2}{12} + \text{etc.}\right]$$

et l'équation ci-dessus divisée par $\alpha+\beta$ donnera

$$\alpha - \beta = \frac{\mu}{mgh\,[1 - \text{etc.}]}$$

ou sensiblement $\alpha-\beta=\frac{\mu}{mgh}$, résultat que nous examinerons plus tard; mais pour achever l'intégration, reprenons l'équation exacte qui donne β; nous en tirerons

$$\frac{\mu}{mhl} = \frac{2g}{l} \cdot \frac{\cos.\beta - \cos.\alpha}{\alpha+\beta}$$

puis en substituant cette valeur dans l'intégrale trouvée, nous aurons

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}(\alpha-\theta)\left[\frac{\cos.\theta - \cos.\alpha}{\alpha-\theta} - \frac{\cos.\beta - \cos.\alpha}{\alpha+\beta}\right];$$

nous trouverons comme ci-dessus

$$\frac{\cos.\theta - \cos.\alpha}{\alpha-\theta} = \frac{1}{2}(\alpha+\theta) - \frac{\alpha^3+\alpha^2\theta+\alpha\theta^2+\theta^3}{24} + \text{etc.}$$

puis comme

$$\frac{\cos.\beta - \cos.\alpha}{\alpha+\beta}$$

se déduit de cette quantité en remplaçant θ par $-\beta$, leur différence aura tous les termes divisibles par $\theta+\beta$. En mettant ce facteur en évidence, et nous bornant aux deux premiers termes de la série, nous aurons

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{g}{l}(\alpha-\theta)(\theta+\beta)(1-u)$$

en posant pour diriger

$$u = \frac{1}{12}\left[\theta^2 + (\alpha - \beta)\,\theta + \alpha^2 - \alpha\beta + \beta^2\right].$$

Ensuite comme θ varie de α à $-\beta$, nous pourrons poser

$$\theta = \alpha \cos.^2\varphi - \beta \sin.^2\varphi,$$

φ étant un angle qui croît en même temps de 0 à $\frac{\pi}{2}$. Substituant dans l'équation cette valeur de θ, et remarquant que $\frac{d\varphi}{dt}$ est positif, nous en tirerons

$$dt = \sqrt{\frac{l}{g}}\,\frac{2\,d\varphi}{\sqrt{1-u}}$$

et vu la petitesse de u, nous pourrons l'écrire ainsi

$$dt = 2\sqrt{\frac{l}{g}}\,.\,(1 + \tfrac{1}{2}u)\;d\varphi.$$

Nous en tirerons la durée de l'oscillation T en intégrant entre $\varphi = 0$ et $\frac{1}{2}\pi$, ce qui donne

$$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{1}{2}\pi} u\,d\varphi\right]$$

Enfin, en substituant la valeur de u en fonction de θ, puis celle de θ en fonction de φ et intégrant, on trouve

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{1}{2}\pi} u\,d\varphi = \frac{5\,(\alpha-\beta)^2 + 4\,\alpha\beta}{64}$$

et comme α est très-peu plus grand que β, il est facile de s'assurer que cette valeur est comprise entre $\frac{\alpha^2}{16}$ et $\frac{\beta^2}{16}$, et par suite la valeur de T est intermédiaire entre celles qu'on obtiendrait en prenant pour correction de l'amplitude celle qui correspond à la valeur initiale α ou la valeur finale β de cette amplitude; il est donc évident que l'altération de la durée est absolument négligeable.

Quant au décroissement de l'amplitude à chaque oscillation, sa valeur,

comme nous l'avons vu, est $\frac{\mu}{mgh}$, et par suite constante. On reconnaîtra donc par l'expérience si le décroissement des amplitudes est dû au moment μ ou au frottement, à ce que ce décroissement pendant une série d'oscillations est proportionnel au temps; il finira par arriver un instant où $\alpha < \frac{\mu}{mgh}$; alors β est négatif, le pendule s'arrête avant d'avoir atteint la verticale. On peut aussi déduire de ce qui précède la valeur de μ au moyen du décroissement observé. Pour se rendre compte du résultat égalons le frottement à celui qui résulterait de la rotation d'un cylindre de rayon c, auquel nous assimilons le tranchant du couteau, le coefficient du frottement étant f. Nous pourrons sensiblement admettre que la pression totale qui engendre le frottement est le poids mg de l'appareil, nous aurons ainsi pour son moment $\mu = mfcg$, et par suite

$$\alpha - \beta = \frac{fc}{h}.$$

Supposons par exemple que le décroissement ait été de 10′ pour 500 oscillations, et qu'on ait $h = 0^{m},30$, il en résultera en millimètres $c = \frac{0^{mm},0017}{f}$, ce qui indique l'extrême petitesse du cylindre de frottement correspondant.

§ 4.

Intégration de l'équation du mouvement dans le cas général.

Comme nous l'avons déjà remarqué, après avoir calculé séparément l'effet des forces dont le moment était μ, effet que nous avons trouvé négligeable quant à la durée d'oscillation, nous pourrons calculer celui des autres forces troublantes dont le moment est μ', et cela en négligeant l'effet des premières ou en supprimant le terme μ, de sorte que l'équation du mouvement, trouvée au commencement du § 3 se réduira à

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin.\theta + \frac{\mu'}{mhl}$$

Comme μ est une fonction inconnue de θ et $\frac{d\theta}{dt}$, il ne peut point être question d'une intégration directe, mais nous pourrons y suppléer par la méthode de la variation des constantes arbitraires.

Si l'on négligeait μ', on aurait en multipliant par $2\frac{d\theta}{dt}$, et intégrant,

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}(\cos.\theta - \cos.\alpha),$$

dans laquelle α représente l'amplitude, ou la valeur de θ pour laquelle $\frac{d\theta}{dt} = 0$; or rien ne nous empêche de supposer que cette équation reste vraie dans le mouvement troublé, en admettant que α soit une quantité variable déterminée ou définie par cette équation elle-même; elle représentera alors à chaque instant l'amplitude du mouvement qui se réaliserait si à cet instant même l'action des forces troublantes cessait soudainement. Nous pouvons déjà en conclure que α variera avec une grande lenteur, et nous laisserons de côté le cas où elle deviendrait nulle, ou changerait de signe pendant l'oscillation dont nous voulons trouver la durée. De plus nous voyons que $\frac{d\theta}{dt}$ est de l'ordre de grandeur de α, il en est de même de ϑ, par conséquent aussi de μ' que nous avons supposé s'annuler avec θ ou l'amplitude; cela en évidence, par exemple, pour la poussée, dont le moment contient sin. θ comme facteur, pour la résistance de l'air, au moins proportionnelle à la première puissance de $\frac{d\theta}{dt}$; nous pourrons mettre en relief cette propriété en posant

$$\frac{\mu'}{2\sin.\frac{1}{2}\alpha} = mgu,$$

u étant une nouvelle quantité variable, inconnue comme μ' et dont nous savons seulement qu'elle conserve une valeur finie quelque petite que soit α; nous verrons qu'elle est elle-même très-petite; l'équation du second ordre étant ainsi

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin.\theta + \frac{2gu\sin.\frac{1}{2}\alpha}{hl}$$

nous la comparerons à la valeur de $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$ différentiée, et en éliminant $\frac{d^2\theta}{dt^2}$ nous aurons ainsi remplacé l'équation du second ordre par deux équations simultanées du premier ordre dont les inconnus sont les fonctions θ et α, savoir :

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}(\cos.\theta - \cos.\alpha)$$

$$\sin.^2\frac{d\alpha}{dt} = \frac{2u\sin.\frac{1}{2}\alpha}{h}\cdot\frac{d\theta}{dt}$$

De plus on se souviendra que $-\frac{d\theta}{dt}$ est constamment négatif. La première de ces équations nous montre que $\cos.\theta - \cos.\alpha$ est toujours positif, et comme de plus $\cos.\theta < 1$, nous pourrons poser

$$\frac{\cos.\theta - \cos.\alpha}{1 - \cos.\alpha} = \sin.^2\varphi, \quad \text{ou} \quad \cos.\theta = \cos.\alpha\cos.^2\varphi + \sin.^2\varphi,$$

la quantité φ étant une nouvelle variable destinée à remplacer θ, nous en conclurons que

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}(1-\cos.\alpha)\sin.^2\varphi$$

et par suite sin. φ s'annulera aux deux instants où $\frac{d\theta}{dt} = 0$.

Comme nous verrons que $\frac{d\varphi}{dt}$ ne s'annule point dans cet intervalle, nous pourrons considérer φ comme croissant; alors les valeurs 0 et π correspondront exactement au commencement et à la fin de l'oscillation dans le mouvement troublé, et de plus la valeur $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ donnera exactement $\cos.\theta = 1$, $\theta = o$; dès lors sin. φ étant toujours positif, la valeur de $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_2$ nous donnera

$$\frac{d\theta}{dt} = -2\sqrt{\frac{g}{l}}\sin.\tfrac{1}{2}\alpha\sin.\varphi$$

en la substituant dans la seconde équation du mouvement, elle nous donnera

$$\sin.\alpha\,\frac{d\alpha}{dt} = -4\sqrt{\frac{g}{l}}\cdot\frac{u\sin.^2\frac{1}{2}\alpha\sin.\varphi}{h}$$

Substituant celle-là et la précédente dans la relation

$$\cos.\,\theta = \cos.\,\alpha\,\cos.^2\varphi + \sin.^2\varphi$$

différentiée, et divisant par $2\sin.\frac{1}{2}\alpha\,\sin.\,\varphi$, nous aurons

$$\sqrt{\frac{g}{l}}\,\sin.\,\theta = 2\sin.\tfrac{1}{2}\alpha\,\cos.\,\varphi\,\frac{d\varphi}{dt} + 2\sqrt{\frac{g}{l}}\,.\,\frac{u\sin.\tfrac{1}{2}\alpha\cos.^2\varphi}{h}$$

enfin nous achèverons d'éliminer θ en substituant

$$\sin.\,\theta = \sqrt{(1-\cos.\,\theta)(1+\cos.\,\theta)} = \sqrt{\cos.^2\varphi\,(1-\cos.\,\alpha)\,[2-(1-\cos.\,\alpha)\cos.^2\varphi]},$$

ou

$$\sin.\,\theta = 2\sin.\tfrac{1}{2}\alpha\,\cos,\varphi\,\sqrt{1-\sin.^2\tfrac{1}{2}\alpha\,\cos.^2\varphi},$$

en remarquant que $\sin.\,\theta$ a toujours le signe de $\cos.\,\varphi$, et nous en tirerons

$$dt = \sqrt{\frac{l}{g}}\,.\,\frac{d\varphi}{\sqrt{1-\sin.^2\tfrac{1}{2}\alpha\cos.^2\varphi - \frac{u}{h}\cos.\,\varphi}}$$

qui substitué dans la valeur de $\frac{d\alpha}{dt}$ nous donnera ensuite

$$d\alpha = -\frac{2u\,\text{tang.}\,\frac{1}{2}\alpha\,\sin.\,\varphi\,d\varphi}{h\sqrt{1-\sin.^2\tfrac{1}{2}\alpha\cos.^2\varphi - u\cos.\,\varphi}}$$

En intégrant ces deux expressions par rapport à φ de 0 à π, nous aurons T et la diminution d'amplitude pendant une oscillation; mais nous n'avons à appliquer ces formules qu'à des cas où nous savons d'avance que la durée est très-peu altérée par les forces troublantes, ce qui exige que le second terme $\frac{u}{h}\cos.\,\varphi$ du dénominateur soit toujours très-petit par rapport au premier; en négligeant le terme en u, négligeant aussi la variabilité de $\sin.^2\frac{1}{2}\alpha$ dans le premier terme, nous retrouverons la formule usuelle

$$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1+\frac{\alpha^2}{16}+\ldots\right)$$

il suffira de tenir compte de la première puissance de u, nous pourrons aussi négliger les termes de l'ordre $u\alpha^2$, et nous trouverons ainsi

$$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1+\frac{\alpha^2}{16}+\frac{\beta}{h}\right), \quad \alpha_1 = +\frac{2\,\text{tang.}\,\frac{1}{2}\alpha}{h}\int_0^\pi u\,\text{sin.}\,\varphi\,d\varphi$$

en nommant α_1 la diminution d'amplitude pendant une oscillation, et posant

$$\beta = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi u\,\text{cos.}\,\varphi\,d\varphi$$

Nous pouvons déjà remarquer une conséquence singulière de ces formules. Toute force troublante qui agit avec un égal moment pendant les périodes ascendante et descendante de l'oscillation n'influera que sur la durée de cette oscillation et non sur l'amplitude si ce moment est de sens contraire dans les deux périodes, parce que les deux valeurs correspondantes de u se trouvent multipliées par des valeurs égales et de même signe de sin. φ dans l'intégrale qui donne α_1. Pour une raison semblable les forces qui agiraient avec des moments égaux et de même sens dans les deux périodes, n'altéreront que l'amplitude et non la durée. L'action de la poussée, celle de la flexion d'un ressort employé comme mode de suspension, rentrent dans la première catégorie; celle du frottement supposé constant, et que nous avons du reste laissée de côté, celle de la résistance de l'air, abstraction faite des remous, rentrent dans la seconde.

§ 5.

Pendule à réversion de Bessel.

Cet appareil, auquel nous allons appliquer les résultats précédents, se compose d'une tige aux extrémités de laquelle sont adaptés deux couteaux parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe de la tige; nous les nommerons A et B; au delà de chacun et sur le prolongement de l'axe de la tige se trouvent centrés deux disques de volume considérable, dont l'un, celui qui est près du couteau A, est massif, l'autre est vide. L'en-

semble de l'appareil est, quant à la forme, parfaitement symétrique de part et d'autre du point milieu de la tige, mais le centre de gravité que nous appellerons G se trouve plus près du couteau A; nous nommerons h sa distance à ce couteau, h' sa distance au couteau B, l et l' les longueurs du pendule simple quand on suspend l'appareil tour à tour par A ou B.

L'appareil en outre est à réversion, c'est-à-dire que A et B sont exactement ou à très-peu près des centres d'oscillation réciproques ou que l et l' diffèrent toutes deux très-peu de l'intervalle des couteaux, ou $h+h'$. Dès lors, dans les deux mouvements qui correspondent aux deux modes de suspension, la loi de l'oscillation, si on lui donne la même amplitude, sera sensiblement la même, l'appareil, à cause de la forme symétrique, se trouvera extérieurement aussi le même, les actions provenant de l'air seront identiques; il en est de même des termes variables du frottement, à cause de la similitude des couteaux. Ainsi les moments que nous avons appelé μ seront les mêmes; on en pourra dire autant de $u=\frac{\mu'}{2\,m\,g\,\sin.\frac{1}{2}\alpha}$, et par suite de la constante β, de sorte qu'en nommant T et T′ les durées d'oscillation, on aura

$$T=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1+\frac{\alpha^2}{16}+\frac{\beta}{h}\right),\quad T'=\pi\sqrt{\frac{l'}{g}}\left(1+\frac{\alpha^2}{16}+\frac{\beta}{h'}\right)$$

On aurait pu au reste établir de suite ces valeurs, sans recourir à une intégration, si l'on avait considéré l'action de l'air comme se réduisant à une poussée plus ou moins exagérée, car elle aurait eu pour résultante dans les deux expériences une même force, qui peut être assimilée à une altération de la pesanteur; or cette petite force dont nous diminuons la pesanteur doit agir dans les deux expériences avec un même moment, quoique son bras de levier soit h sin. θ pour l'une, et h' sin. θ pour l'autre; la diminution de g dans les deux cas est donc inversément proportionnelle à h et h', et en corrigeant g dans la formule :

$$T=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1+\frac{\alpha^2}{16}\right)$$

on arrive bien à des expressions de la forme ci-dessus. Toutefois en les établissant ainsi, on se serait placé à un point de vue trop restreint.

Supposons maintenant les couteaux bien parallèles; menons-leur un axe parallèle par le centre de gravité G, et soit $m\,k^2$ le moment d'inertie de l'appareil par rapport à cet axe, nous savons qu'il sera $m\,k^2 + m\,h^2$ par rapport au couteau A situé à la distance h, et comme nous l'avons appelé $m\,h\,l$, nous trouverons, en les égalant, la formule connue $l = h + \frac{k^2}{h}$, et nous aurions de même $l' = h' + \frac{k^2}{h'}$, ou bien, nommant λ la distance $h+h'$ des couteaux, nous pourrons écrire ainsi ces valeurs :

$$l = \lambda\left(1 + \frac{2\beta'}{h}\right), \quad l' = \lambda\left(1 - \frac{2\beta'}{h'}\right)$$

en posant

$$\beta' = \frac{(k^2 - hh')}{2\,(h+h')}$$

Substituons-les dans les valeurs de T et T', en remarquant que β' est une très-petite quantité, posons $\beta+\beta'=\gamma$, nous aurons

$$T = \pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}}\left(1 + \frac{\alpha^2}{16} + \frac{\gamma}{h}\right), \quad T' = \pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}}\left(1 + \frac{\alpha^2}{16} + \frac{\gamma}{h'}\right)$$

d'où l'on déduit sensiblement

$$\frac{T - T'}{T} = \gamma\frac{(h'-h)}{hh'}$$

Or, nous ne connaissons *a priori* ni β, ni β', ni leur somme γ, mais nous voyons que l'observation des deux durées T et T' nous donne la petite fraction γ au moyen de la petite différence relative des deux durées, et de lignes h, h', qui sont des dimensions de l'appareil aisées à mesurer; ensuite γ une fois connu, nous saurons par les formules précédentes quelles corrections il faudrait faire à T ou T' pour obtenir $\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}}$, et par suite g, puisque la dimension λ est exactement mesurable. Ainsi se trouve vérifiée cette curieuse propriété de l'appareil de Bessel qui permet d'éliminer l'action de l'air, et en même temps le frot-

tement, et même, quoique ce qui précède suffise pour la pratique, on peut dire qu'il y a plus: on pourrait obtenir un appareil absolument réduit au vide, en modifiant ses pièces de façon qu'au bout de quelques tâtonnements on eût des durées absolument identiques dans les deux modes de supension, ce qui serait, il est vrai, pénible à obtenir dans la pratique. Si l'on y parvenait on aurait alors $T'=T$, $\gamma=o$, et par suite $T=\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}}\left(1+\frac{\alpha^2}{16}\right)$, ou bien la durée T serait bien celle qui correspondrait dans le vide à la longueur de pendule λ, quoique celle-ci ne fût pas exactement la longueur géométrique du pendule simple; la différence qui en résulte compenserait alors exactement les effets de l'air.

Revenons aux formules où γ n'est pas supposé nul. Il y a une remarque importante à faire relativement à leur usage : la propriété qui nous a permis de trouver g suppose l'amplitude égale dans les deux expériences; si elle ne l'était pas, le terme de γ, qui dépend de la forme de l'appareil, c'est-à-dire β' ne serait point altéré, mais le terme β ne serait pas le même dans la valeur de T et celle de T', il différerait d'une partie de sa valeur, qui très-probablement ne serait point très-petite, et en tout cas serait parfaitement inconnue; cette altération ne serait point négligeable, car nous avons déjà remarqué que les mouvements de l'air agissent sur la valeur calculée de g d'une manière fort sensible. La conséquence à tirer de ce qui précède est que des séries d'observations du pendule, faites en employant alternativement les deux couteaux, ne peuvent, par leur comparaison, donner avec précision la valeur de g que si on compare des durées d'oscillation faites avec la même amplitude; il est aisé de voir que cette obligation n'empêche point de se servir des durées moyennes, comme on le fait d'ordinaire. Voici seulement la précaution à prendre : on observera la durée moyenne T par une série prolongée d'oscillations faite avec le couteau A; admettons que les amplitudes aient décru pendant ce temps de 100′ à 40′, on observera de même la durée moyenne T′ en plaçant la suspension en B, mais il faudra faire en sorte que pendant cette nouvelle série les amplitudes décroissent en-

core de 100′ à 40′, peu importe que le temps total ainsi employé ne soit pas le même; cela fait, on aura bien pour déterminer g

$$\gamma = \frac{h\,h'}{h'-h} \cdot \frac{T-T'}{T}, \quad T = \pi \sqrt{\frac{\lambda}{g}} \left(1 + \frac{\gamma}{h}\right)$$

pourvu qu'on suppose les diverses durées dont on a pris la moyenne corrigées d'avance de leurs erreurs d'amplitude, ou divisées par $1 - \frac{\gamma^2}{16}$.

On pourrait se demander si la loi des valeurs de γ ne pourrait être plus ou moins établie *a priori*, ou du moins être ramenée à la connaissance de certaines constantes. Si c'est l'amplitude α que l'on fait varier, son influence sur γ est, comme nous l'avons dit, peu aisée à établir. Si ce sont les circonstances ambiantes qui varient, par exemple, la densité de l'air, il est assez probable que les actions qu'il produit par son mouvement sont, comme la poussée, proportionnelles à cette densité, du moins entre certaines limites; la valeur de γ dans ce cas serait de la forme $\gamma' + \gamma'' \rho$, ρ étant la densité de l'air, et γ' γ'' deux quantités dépendant seulement de l'amplitude.

Il ne nous reste plus, pour terminer ce que nous avons à dire de l'appareil de Bessel, qu'à déterminer les erreurs correspondantes aux différentes déviations qu'on pourrait soupçonner dans l'appareil. Nous nous bornerons à deux cas principaux, d'autant plus que le résultat sera purement négatif, c'est-à-dire que pour altérer de $\frac{1}{100000}$ la valeur de g, ces déviations devraient atteindre des proportions impossibles à supposer dans un instrument bien fait, et d'ailleurs immédiatement perceptibles à l'œil.

Premier cas. Supposons l'axe de rotation, c'est-à-dire le support du tranchant du couteau, incliné à l'horizon d'un petit angle i, au lieu d'être horizontal. Le centre de gravité G est alors astreint à parcourir un plan non vertical; la pesanteur qui y est appliquée se décompose en deux autres forces : l'une normale, qui est détruite; l'autre dans le plan dont la valeur est $g \cos. i$, et qui agit seule; elle est constamment dirigée

suivant une ligne de plus grande pente du plan du pendule; la loi du mouvement est donc la même, sauf que g est remplacé dans la formule par $g \cos. i$, et par suite l'erreur commise sur la valeur de g, quand on la déduit de T sans avoir égard à cette circonstance, est $g\,(1-\cos. i)$, elle n'atteindra la valeur 0,00001 g qu'en admettant que i dépasse 15 minutes.

Second cas. Admettons que le tranchant du couteau, au lieu d'être bien perpendiculaire à l'axe de la tige, fasse avec lui un angle $90^{\circ}-i$ très-peu différent d'un droit; nommons pour un instant C le moment d'inertie relatif à une ligne bien perpendiculaire à l'axe et située dans un même plan avec cet axe et le couteau, soit μC le moment d'inertie relatif à l'axe de la tige, il est évidemment plus petit que le premier, μ est une petite fraction. Enfin le moment d'inertie par rapport à l'axe incliné ou au tranchant du couteau, sera $C \cos.^2 i + \mu C \sin.^2 i$, nous aurons l_1, longueur du pendule simple, en divisant cette expression par $mh \cos. i$, en désignant toujours par h la distance de G au point milieu du couteau, de sorte que $h \cos. i$ soit la distance de G à l'axe. Enfin en nommant encore l la longueur du pendule qui aurait lieu si le couteau était perpendiculaire à l'axe, nous aurons aussi $C = mhl$, il en résultera sensiblement

$$l_1 = \frac{mhl\cos.^2 i + \mu mhl \sin.^2 i}{mh\cos. i}, \quad \frac{l-l_1}{l} = 1-\cos. i - \mu\frac{\sin.^2 i}{\cos. i} = \left(\frac{1}{2}-\mu\right) i^2 :$$

l'erreur correspondante sur la valeur de g sera donc aussi égale à $\left(\frac{1}{2}-\mu\right) i^2$, et pour qu'elle atteigne 0,00001, il faudra *a fortiori* que $\frac{1}{2} i^2$ dépasse cette valeur, et, comme dans le premier cas, que l'angle i dépasse quinze minutes, erreur aisée à apercevoir et à éviter.

MÉMOIRE

SUR

LA FAMILLE DES PIPÉRACÉES

PAR

M. CASIMIR DE CANDOLLE

Ce mémoire est destiné à servir de commentaire à une description des pipéracées qui paraîtra dans un prochain volume du Prodromus. L'étude de cette famille m'ayant convaincu de la nécessité de réduire considérablement le nombre des genres qu'on y a admis jusqu'ici, il me semble naturel de justifier d'avance ces innovations. D'ailleurs mes recherches m'ont conduit à observer quelques faits nouveaux d'anatomie et de physiologie, qui ne pourraient guère trouver place dans un travail purement descriptif.

Les pipéracées se divisent en deux groupes entièrement différents, soit sous le rapport de la structure anatomique, soit sous celui de la fructification. Il m'a donc fallu étudier les divers organes dans chacun de ces groupes séparément et voici le résultat de mes observations.

Tige.

Unger est le premier qui se soit occupé de la structure de la tige des pipéracées [1]. Il étudia pour cela le P. prunifolium Jacquin et fournit un dessin de la coupe transversale d'un rameau de cette espèce.

[1] Anatomie und Physiologie der Pflanzen, p. 234.

Il décrit avec exactitude les principales parties de la tige, mais sans en suivre l'évolution. Son travail me semble moins exact en ce qui concerne la marche des faisceaux vasculaires, dont il signale cependant la distribution anormale. M. Karsten [1], à la fois plus complet et plus exact, a fait connaître plus tard la structure de la tige de l'Artanthe flagellaris, dont il a décrit tous les éléments anatomiques. M. Miquel [2] a étudié l'accroissement de la tige dans une espèce du genre Piper; suivant lui, les faisceaux qui parcourent la moelle apparaissent avant ceux qui forment l'anneau ligneux périphérique, et ceux qui composent cet anneau s'accroissent par leur face extérieure. Il n'hésite donc point à considérer les Pipéracées comme de véritables *exogènes*.

Cette dernière opinion me semble avoir été victorieusement combattue par le Dr Sanio [3] qui a étudié la formation des faisceaux vasculaires, soit chez les Péperomiées, soit chez les Pipérées. Les principaux résultats auxquels il est parvenu peuvent se résumer de la manière suivante:

1° Dans le Pep. blanda (groupe des Péperomiées) les faisceaux se forment de l'extérieur à l'intérieur; en sorte que les faisceaux intérieurs sont toujours les plus jeunes.

2° Dans le Chavica Boxburghii (groupe des Pipérées) les premiers faisceaux formés dans la moelle apparaissent toujours après les premiers faisceaux périphériques.

3° Chez cette dernière espèce il se forme cependant encore de nouveaux faisceaux périphériques après que les premiers faisceaux de la moelle ont pris naissance.

4° Chez le Pep. blanda ceux des faisceaux périphériques qui ne pénètrent pas dans les feuilles, passent directement, sans anastomoses, d'un mérithalle au suivant. Les autres entrent directement dans les pétioles et ne s'anastomosent entre eux et avec ceux de l'intérieur qu'au-dessus des feuilles. Enfin, suivant le Dr Sanio, les faisceaux périphériques, dans

[1] Die Vegetationsorgane der Palmen, p. 145.
[2] Commentatio phytographica, p. 3 et seq. et Systema piperacearum.
[3] Ueber endogene Gefässbüdelbildung dans *Bot. Zeit.* 1864, nos 27-30.

le Chav. Boxburghii, se forment à l'extérieur d'un anneau d'épaississement (Verdickungsring) qui se lignifie plus tard sans s'accroître et reste sous forme d'un étui ligneux enveloppant la moelle.

Mes propres observations confirment pleinement celles du Dr Sanio sur l'ordre de formation des faisceaux, mais s'accordent un peu moins avec ce qu'il dit de leur marche. Voici du reste les résultats auxquels je suis parvenu.

Pépéromiées.

Le Pep. obtusifolia A. Diet., espèce à feuilles alternes m'a paru un bon sujet d'étude. Elle est commune dans les serres et ses rameaux se conservent longtemps après qu'on les a détachés de la plante. Les espèces à feuilles alternes sont d'ailleurs plus commodes que celles à feuilles verticillées, pour observer la marche de ceux des faisceaux périphériques qui ne pénètrent pas dans les pétioles.

Lorsqu'on coupe transversalement une tige un peu vieille de cette espèce, on y trouve une trentaine de faisceaux dont les plus gros, c'est-à-dire les plus développés sont sur les bords, tandis que plusieurs de ceux du centre sont encore à l'état de cambium. C'est que les faisceaux se forment successivement de la périphérie vers le centre de la tige, ainsi qu'on peut s'en assurer par des coupes faites à diverses hauteurs.

Ces faisceaux, qui paraissent épars au premier aspect, forment réellement plusieurs cercles concentriques et ceux de deux cercles consécutifs alternent entre eux.

Le tissu dans lequel tous les faisceaux prennent naissance et qui les sépare les uns des autres est une moelle à cellules pentagonales. Ces cellules renferment souvent des cristaux ou de la chlorophylle.

En faisant des coupes longitudinales répétées, on n'a pas beaucoup de peine à suivre la marche des faisceaux. On trouve qu'ils parcourent chaque ménithalle en restant rectilignes, parallèles entre eux et à l'axe

de la tige, et parfaitement indépendants les uns des autres. Un peu au-dessous de chaque feuille, onze des faisceaux périphériques se bifurquent dans le plan du rayon et leurs couches externes pénètrent directement, sans anastomoses, dans le pétiole, tandis que leurs couches internes continuent leur marche jusqu'au nœud qui est situé un peu au-dessus de la base du pétiole. Arrivés au nœud, aux deux extrémités du mérithalle, tous les faisceaux périphériques se bifurquent tangentiellement et leurs bifurcations s'anastomosent entre elles et avec celles des faisceaux du mérithalle antérieur ou suivant. Il en est de même des faisceaux intérieurs qui se bifurquent dans tous les sens et dont les bifurcations s'anastomosent avec celles des autres faisceaux de l'un et l'autre mérithalle.

Dans aucun cas je n'ai trouvé de faisceaux passant sans bifurcations et sans anastomose d'un entre-nœud dans un autre.

Les faisceaux m'ont paru suivre la même marche dans les Pep. blanda dont les feuilles sont verticillées, et Pep. dissimilis, qui a ses feuilles opposées.

Ainsi chaque entre-nœud dépend complétement de celui qui le précède immédiatement.

La composition anatomique des faisceaux, dans le genre Peperomia, est très-simple. Ils renferment quelques vaisseaux spiraux ou annulaires et scalariformes, épars au milieu de cellules allongées à parois un peu épaissies (Pl. I, fig. 1). L'écorce qui enveloppe la moelle se compose d'une couche de colenchyme, à cellules allongées plus ou moins épaissies, recouverte immédiatement par l'épiderme.

Cet épiderme, ainsi que le Dr Sanio l'a observé, se compose d'une double couche de cellules (Bot. Zeitung, l. c.) dont les plus extérieures ont, dans certaines espèces, des parois fort épaisses (Pl. I, fig. 3).

Lorsqu'on suit les faisceaux vasculaires jusqu'au chaton qui termine l'axe, on trouve qu'ils se bifurquent tous en y entrant. Ces bifurcations parcourent en droite ligne, sans anastomoses, toute la longueur du chaton et se perdent vers le sommet.

Elles émettent, tout le long de leur parcours, de petits filets vasculaires qui aboutissent aux fleurs et se perdent dans l'ovaire (Pl. I, fig. 4).

A chaque fleur correspond un de ces petits filets. Les bractées, qui dans ce genre restent fort petites, ne sont pas reliées au système vasculaire.

La végétation des pépéromiées est peu active ; chaque axe se termine par un chaton, après avoir produit un plus ou moins grand nombre d'axes, plus ou moins ramifiés eux-mêmes et toujours terminés en chaton. Comme les axes sont fréquemment réduits à leur chaton terminal, ce dernier devient souvent axillaire.

Un grand nombre d'espèces sont rampantes ou grimpantes. Les nœuds produisent alors des racines qui se fixent au sol ou aux troncs d'arbre. Chez quelques espèces à feuilles alternes chaque axe se termine en chaton après avoir produit une seule feuille ainsi qu'un bourgeon axillaire qui continue la végétation et se termine comme l'axe précédent. Les chatons paraissent alors opposés aux feuilles et l'étude de leurs parastyches prouve que le sens de la spire foliaire change à chaque changement d'axe. Cette antidromie existe d'ailleurs chez toutes les espèces entre l'axe principal et les axes secondaires.

Pipérées.

C'est principalement dans l'Enckea unguienlata Miq. que j'ai étudié l'anatomie des Pipérées. Cet arbuste atteint souvent une hauteur d'une dizaine de pieds, et sa riche végétation en fait un bon sujet d'étude. J'ai eu aussi l'occasion de voir plusieurs autres espèces vivantes, mais c'est surtout d'après des échantillons d'herbier que j'ai constaté la grande uniformité des Pipérées sous le rapport de leur structure anatomique. On va voir que mes observations confirment et complètent celles du Dr Sanio, sur l'ordre d'apparition des faisceaux, mais s'en écartent un peu en ce qui concerne la marche de ces derniers. Du reste j'ai eu surtout en vue l'accroissement des tiges et cette recherche m'a conduit à observer quelques cas assez singuliers de transformations de tissus.

Lorsqu'on examine la section transversale d'un gros rameau d'Enckea unaguiculata Miq., on remarque au premier abord trois régions très-distinctes qui sont les suivantes:

1° La moelle (Pl. II, fig. 7, *h*), renfermant quelques faisceaux fibro-vasculaires disposés en un cercle plus ou moins régulier (Pl. II, fig. 7, *g*).

2° Un anneau ligneux formé par un très-grand nombre de faisceaux fibro-vasculaires amincis en coin du côté de la moëlle (Pl. II, fig. 7, *f*), et séparés par des rayons médullaires.

3° Enfin, une couche verte de peu d'épaisseur enveloppe le tout et présente une petite saillie en face de chaque faisceau. Les saillies, ou plutôt les crénelures qui leur correspondent forment les stries longitudinales qu'on peut remarquer, même à l'œil nu, à la surface du rameau (Pl. II, fig. 7, *a*).

En pratiquant, à diverses hauteurs, la section transversale du bourgeon terminal, on peut facilement suivre le développement des trois régions ci-dessus énumérées.

Les coupes faites vers le sommet du cône végétatif ne présentent qu'un tissu homogène, verdâtre, formé par des cellules pentagonales. Les sections pratiquées un peu au-dessous montrent une plus grande complication. On voit en effet apparaître un anneau formé d'un tissu blanchâtre beaucoup plus serré et composé de cellules très-petites (Pl. II, fig. 2, *e*). Cet anneau, qui me semble mériter le nom *d'anneau de cambium* sépare le tissu primordial en deux portions qui paraissent identiques. La portion intérieure est la moelle et la portion extérieure deviendra l'écorce. La moelle et l'écorce sont formées toutes les deux de cellules pentagonales et contiennent de la chlorophylle.

L'anneau de cambium se compose de cellules beaucoup plus petites, pentagonales, mais moins régulières. Une troisième coupe, pratiquée au-dessous de la précédente, montre un nouveau changement signalé par l'apparition de deux, puis de trois taches blanchâtres au milieu de la moelle. Les taches, formées par un tissu identique à celui de l'anneau de cambium sont le cambium des faisceaux internes (Pl. II, fig. 1, *g*).

Si on descend encore plus bas, on trouve que certaines portions de l'anneau de cambium ont pris plus de développement que le reste et font saillie du côté de l'écorce. Ces saillies sont le commencement des faisceaux périphériques dont le nombre va s'augmentant rapidement.

Presque simultanément avec l'apparition des faisceaux périphériques l'écorce subit aussi un changement notable. En face de chaque faisceau périphérique, il se produit, dans l'écorce, une couche blanchâtre formée de cellules épaissies aux angles. C'est le colenchyme dont le développement amène une saillie de l'écorce en face de chaque faisceau périphérique (Pl. II, fig. 1, *b*). Ces faisceaux de colenchyme divisent, par places, la couche verte en deux parties. L'une de ces parties intercalée entre le colenchyme et les faisceaux constitue ce que j'appellerai l'*enveloppe verte intérieure* (Pl. II, fig. 1, *c*), tandis que l'autre, réduite à une ou deux cellules d'épaisseur, et à peine visible, est recouverte par l'épiderme et constitue une *enveloppe verte extérieure* (Pl. II, fig. 1, *a*). Ces deux enveloppes vertes se confondent partout où il n'y a pas de colenchyme, c'est-à-dire en face de chaque rayon médullaire. Au-dessous du bourgeon terminal, on trouve que les faisceaux périphériques sont déjà en nombre complet et séparés les uns des autres par les restes de l'anneau de cambium, qui forment la première ébauche des rayons médullaires primaires. A ce moment les faisceaux internes, encore peu nombreux, semblent épars dans la moelle. Les faisceaux périphériques formés les derniers s'intercalent entre les premiers et s'en distinguent encore quelque temps par un développement moins avancé. Cette intercalation des nouveaux faisceaux entre les anciens est surtout visible chez les espèces dont l'anneau de cambium a une vitalité plus prolongée. C'est ce qu'on observe avec facilité, dans le Mac. excelsum Miq., par exemple. C'est aussi à une plus grande durée de l'anneau de cambium qu'est due la disposition sur deux rangs des faisceaux périphériques dans la tige de Ch. frustrata Miq. (Pl. II, fig. 9).

Il se produit de nouveaux faisceaux dans la moelle, longtemps après que ceux du cercle périphérique sont au complet. Chez l'Enckea ungui-

culata ces nouveaux faisceaux internes, en s'ajoutant aux anciens, finissent par former un anneau ligneux interne, moins fourni que l'anneau périphérique, mais presque aussi régulier (Pl. II, fig. 7-9). Dans beaucoup d'autres espèces la formation des faisceaux internes ne se borne pas là, et il se forme encore d'autres rangs de faisceaux, entre les deux anneaux, dans l'intérieur de la moelle.

Ces nouveaux faisceaux internes se forment manifestement de haut en bas, et comme ils se produisent dans des entre-nœuds déjà fort allongés, il est très-facile de suivre leur marche descendante.

Les premières couches des faisceaux internes et périphériques, ayant pris naissance pendant l'allongement du rameau, renferment toujours quelques trachées déroulables mêlées aux cellules ligneuses. Plus tard il ne se forme plus que des vaisseaux scalariformes et réticulés.

Dès que le nombre des faisceaux périphériques est complet, ceux-ci commencent à s'accroître en épaisseur et l'allongement du rameau cesse bientôt. Chacun de ces faisceaux se termine, du côté de l'écorce, par une couche de cambium (Pl. II, fig. 1, *i*; et fig. 3, *i*), qui sert à leur accroissement indéfini. Cette couche de cambium se divise de bonne heure en deux portions, clairement distinctes. En effet, les cellules les plus extérieures s'épaississent, s'allongent en s'amincissant un peu à leurs extrémités et finissent par ressembler à des cellules de liber. Dans la coupe transversale ces cellules épaissies forment une demi-lune en face de chaque faisceau dont elles sont séparées par le reste du cambium (Pl. II, fig. 3, *d*).

Ces demi-lunes de cellules épaissies apparaissent presque simultanément en face de chaque faisceau et leur accroissement cesse dès que la feuille qui termine le rameau a achevé son développement. Dès cette époque le cambium, qui se renouvelle sans cesse, ne sert plus qu'à l'accroissement indéfini des faisceaux. A ce moment les cellules de l'anneau de cambium primitif s'épaississent et forment un *étui ligneux*, enveloppant la moelle et enveloppé lui-même par les faisceaux périphériques entre lesquels il fait saillie (Pl. II, fig. 5, *e*; et Pl. II, fig. 3 et 4, *e*) du

côté de l'écorce. Comme les faisceaux périphériques naissent toujours dans la zone la plus externe de l'anneau de cambium, on comprend que les derniers venus, naissant dans les saillies de cet anneau, doivent être situés un peu à l'extérieur des anciens (Pl. II, fig. 1, *f*).

Le Dr Sanio a justement comparé l'*étui ligneux,* dont il vient d'être question, à l'étui médullaire des exogènes. Il en diffère, cependant, en ce qu'il ne contient de trachées que là où il fait partie des faisceaux périphériques. Partout ailleurs les coupes longitudinales le montrent composé de cellules très-allongées et épaissies comme les cellules ligneuses des faisceaux. Ces cellules de l'*étui ligneux* sont si épaissies qu'elles semblent avoir terminé tout leur développement, et le Dr Sanio a dû les prendre pour une formation définitive. Si, cependant, on pratique la section transversale d'un rameau beaucoup plus vieux on trouve que l'*étui ligneux* a complétement disparu et est remplacé par un tissu de cellules beaucoup plus larges et à parois minces. En faisant des coupes dans des rameaux un peu moins âgés, on peut suivre la manière dont les cellules de cet *étui ligneux* se cloisonnent de nouveau longtemps après leur épaississement. On va voir, d'ailleurs, que cette transformation est liée à une autre évolution de même ordre qui a eu lieu dans les faisceaux eux-mêmes.

A mesure que les faisceaux périphériques s'accroissent en épaisseur, on voit les vaisseaux du nouveau bois se grouper en deux rangées parallèles aux rayons médullaires (Pl. III, fig. 5). Entre ces deux rangées se trouve une masse ligneuse composée de cellules à parois très-épaisses et allongées, comme celles de l'étui ligneux. Bientôt on voit les cellules de l'intérieur de cette masse ligneuse se cloisonner de nouveau et se transformer en un tissu entièrement semblable à celui des rayons médullaires. Cette transformation commence au cambium de chaque faisceau et se continue de proche en proche jusqu'à la moelle. Il en résulte la formation de rayons médullaires secondaires et un dédoublement de tous les faisceaux périphériques (Pl. II, fig. 7, *r*). Les rayons médullaires secondaires ne se formant pas tous simultanément, le nombre des faisceaux semble s'accroître progressivement.

Les demi-faisceaux provenant du dédoublement, ainsi que les rayons médullaires secondaires s'accroissent indéfiniment aux dépens du cambium. Lorsqu'on traite par l'iode et l'acide sulfurique une coupe transversale d'un rameau, avant l'apparition des rayons médullaires secondaires, l'écorce ainsi que les demi-lunes de cellules épaissies et presque tout le bois se colorent en jaune vif, tandis que le cambium, les rayons médullaires ainsi que celles des cellules ligneuses, qui deviendront plus tard des rayons médullaires secondaires, se colorent en bleu indigo.

Dans presque toutes les Pipérées la moelle reste toujours vivante. Cette circonstance, jointe à la subdivision des faisceaux et à la disposition de l'*étui ligneux*, permet un accroissement continu de la tige. Il y a cependant des espèces chez lesquelles la moelle meurt de bonne heure et dont la tige devient ainsi fistuleuse (Genre Patomorphe, Miq.).

Quoique les rayons médullaires secondaires soient formés du même tissu que les autres rayons médullaires, il existe cependant une grande différence entre ces deux sortes de rayons sous le rapport de leur origine et de leur accroissement. On vient de voir que les rayons médullaires secondaires doivent leur origine à un cloisonnement des cellules ligneuses et s'accroissent ensuite aux dépens du cambium des faisceaux. Il n'en est point de même pour les rayons médullaires primaires. A partir du moment où l'anneau de cambium s'est transformé en étui ligneux, ces derniers ne s'accroissent plus qu'au moyen des cellules de l'enveloppe verte qui se cloisonnent dans le sens du rayon. Ce cloisonnement des cellules de l'enveloppe verte commence au contact de l'étui ligneux et se propage indéfiniment vers l'écorce, c'est-à-dire en sens inverse du cloisonnement des cellules ligneuses. Ainsi les rayons médullaires primaires sont en réalité une formation corticale, tandis que les rayons médullaires secondaires sont une formation ligneuse.

Il arrive quelquefois, même chez l'E. unguiculata, que l'enveloppe verte extérieure se développe davantage en certains endroits qu'ailleurs, et produit des lenticelles qui rompent l'épiderme. Cependant c'est surtout chez les espèces dont l'enveloppe verte extérieure est très-développée (A. geni-

culata Miq. lenticellosum c. s. c. mans.), que les lenticelles sont abondantes. Dans ces cas-là, certaines cellules de cette enveloppe s'épaississent beaucoup et il en résulte des concrétions (Pl. II, fig. 6). Enfin l'enveloppe verte extérieure est évidemment l'analogue du double épiderme des Pépéromiées.

Les faisceaux internes ne s'accroissent point aussi longtemps que ceux de l'anneau périphérique. Ils ne sont point revêtus extérieurement d'une couche de cellules épaissies. Leur cambium, situé à l'extérieur de chaque faisceau, reste longtemps vivant et se transforme graduellement en cellules ligneuses et en vaisseaux scalariformes qui s'ajoutent aux quelques trachées formées dans les commencements. Dans quelques espèces (Ch. frustrata Miq.) les faisceaux internes s'accroissent cependant suffisamment, pour que leur section transversale acquierre une grande épaisseur (Pl. II, fig. 9). Les cellules de la moelle intercalée entre ces faisceaux internes sont alors étirées dans le sens du rayon et présentent un aspect assez singulier

Dans toutes les espèces les cellules de la moelle finissent par être ponctuées et un peu allongées dans le sens de l'axe du rameau, comme celle des rayons médullaires.

En résumé, chez l'E. unguiculata et chez toutes les autres Pipérées, le rameau possède deux systèmes fibro-vasculaires. L'un de ces systèmes est périphérique et se développe dans la zone externe d'un anneau de cambium dont on trouve longtemps la trace, mais qui finit par disparaître entièrement. L'autre système est interne. Il paraît un peu après le premier et ne se complète que lentement. De nouveaux faisceaux internes se produisent encore longtemps après que l'anneau périphérique est complet et que le rameau a cessé de s'allonger. Ce système interne se compose d'un anneau de faisceaux enveloppant la partie centrale de la moelle. Les faisceaux périphériques s'accroissent indéfiniment par leur face externe, tandis que les faisceaux internes s'épaississent en général fort peu tout en vivant longtemps.

On peut dire que l'accroissement des tiges des pipérées est à la fois

endogène et exogène. Il est endogène par l'ordre de production des deux systèmes vasculaires et exogène par le mode d'accroissement des faisceaux, dont le cambium est toujours tourné vers l'extérieur. Ce mode d'accroissement est aidé par une subdivision des faisceaux produite elle-même par une recrudescence de vitalité chez des cellules déjà fort épaissies. Enfin la couche extérieure de chaque faisceau périphérique meurt de bonne heure après que ses cellules se sont épaissies et ont pris l'apparence de fibres du liber.

Quant à l'écorce, elle se compose d'autant de faisceaux fibreux (colenchyme) qu'il y a de faisceaux ligneux périphériques et d'un parenchyme vert qui enveloppe ces faisceaux fibreux et dont les replis intérieurs forment les rayons médullaires primaires.

Quelques espèces (A. mollicama Miq., A. Miersina Miq., etc.) ont un système vasculaire interne plus compliqué que celui de l'E. unguiculata. Chez ces espèces, en effet, le développement du système interne ne s'arrête point à la production de l'anneau interne et de nouveaux faisceaux se forment entre cet anneau et l'anneau périphérique. Ces nouveaux faisceaux que je n'ai pu observer que dans des échantillons d'herbier, paraissent se former de l'intérieur à l'extérieur, car les plus petits sont les plus voisins de l'anneau périphérique. Ils sont, le plus souvent, disposés sur plusieurs cercles concentriques et ceux de deux cercles consécutifs alternent entre eux. Il y a aussi quelques espèces chez lesquelles tous les faisceaux du système interne sont épars et où il n'existe point d'anneau interne régulier.

La marche des faisceaux ligneux et corticaux n'est pas difficile à suivre, au moins pour ses traits généraux. En effet, lorsqu'on détache l'écorce du bois, on enlève du même coup les couches externes des faisceaux périphériques. Ces couches restent adhérentes à l'écorce, et permettent de suivre sur cette dernière la marche des faisceaux eux-mêmes. On peut aussi étudier cette marche sur la surface du corps ligneux mis à nu. Les faisceaux internes sont plus difficiles à suivre et on n'y parvient que par des sections longitudinales et transversales répétées. En

employant tour à tour ces divers moyens, je suis arrivé aux résultats suivants, chez toutes les espèces vivantes et sèches que j'ai examinées.

1° Dans un même mérithalle, tous les faisceaux du bois et de l'écorce, internes et périphériques, courent parallèlement entre eux et parallèlement à l'axe du rameau, en restant parfaitement indépendants les uns des autres et rectilignes.

2° A chaque extrémité du rameau, tous les faisceaux périphériques, sans exception, se bifurquent tangentiellement, et leurs bifurcations s'anastomosent entre elles et avec celles des faisceaux périphériques de l'entre-nœud précédent ou suivant. Ces anastomoses ont lieu de telle manière que chaque moitié d'un même faisceau s'anastomose avec la moitié du faisceau voisin (Pl. II, fig. 10).

3° A chaque extrémité du rameau, les faisceaux internes se bifurquent aussi, mais dans diverses directions, et leurs bifurcations s'anastomosent entre elles et avec celles des faisceaux périphériques.

4° Aucun faisceau interne ne pénètre dans les pétioles.

5° Un peu au-dessous de chaque pétiole, et un peu au-dessous des bifurcations tangentielles, un certain nombre de faisceaux périphériques se bifurquent dans le plan des rayons médullaires et leurs couches externes, ainsi séparées du reste, pénètrent directement dans le pétiole, sans se bifurquer tangentiellement et, par conséquent, sans s'anastomoser entre elles, tandis que leurs couches internes vont jusqu'au nœud, pour s'y bifurquer tangentiellement, ainsi qu'on l'a dit plus haut.

Dans la plupart des cas la presque totalité des faisceaux périphériques d'un même rameau envoient ainsi leurs couches externes dans le pétiole, dont la gaîne enveloppe le nœud. Il en résulte que si la végétation est continue sur un même axe, un même faisceau ne peut parcourir plus de deux entre-nœuds sans que ses couches externes ne soient ainsi dérivées pour entrer dans un pétiole. Il en est de même lorsque la végétation est interrompue à chaque feuille, car les faisceaux du bourgeon axillaire, qui remplace alors le bourgeon terminal, ne s'anastomosent qu'avec les couches internes des faisceaux périphériques du rameau

précédent. On comprendra maintenant l'origine des demi-lunes de cellules épaissies qu'on observe dans la section transversale du rameau en face de chaque faisceau périphérique. Les couches externes des faisceaux doivent en effet suivre le sort des feuilles et mourir de bonne heure. Au contraire, les couches internes des faisceaux s'anastomosant toutes entre elles à chaque nœud, elles se trouvent constamment en rapport avec les bourgeons terminaux et axillaires et peuvent ainsi continuer à vivre indéfiniment.

Si on examine au microscope les anastomoses des faisceaux, on trouve que les filets vasculaires qui entrent en contact s'infléchissent au point de devenir horizontaux. Les fibres et vaisseaux dont ils se composent sont, ainsi que le Dr Sanio l'a déjà signalé, beaucoup plus courts que dans le reste du rameau. Ce raccourcissement des fibres, ainsi que la division des faisceaux rendent les nœuds cassants. Aussi les chatons tombent-ils dès que leur évolution est terminée.

Les faisceaux de l'écorce suivent une marche presque identique à celles des faisceaux périphériques. Comme eux ils sont rectilignes et ne s'anastomosent qu'aux nœuds où ils se bifurquent tangentiellement. Mais ils ne subissent pas de bifurcations dans le plan des rayons médullaires, et ceux qui pénètrent dans les pétioles y entrent tout entiers en suivant les faisceaux périphériques en face desquels ils se trouvent. Un même faisceau de colenchyme ne saurait donc être en rapport avec plus de deux entre-nœuds et l'accroissement de chacun d'eux dépend uniquement de la durée de végétation des feuilles.

L'histologie des pipérées peut suggérer quelques comparaisons intéressantes. On a vu, en effet, que le tissu primordial du rameau se compose de cellules à section pentagonale. Une partie de ces cellules se transforme, par segmentation, en cambium, tandis que le reste passe peu à peu à l'état de cellules un peu allongées suivant l'axe du rameau et à parois ponctuées (moelle et rayons médullaires (Pl. III, fig. 12) et de fibres très-allongées un peu amincies leurs extrémités à parois finalement très-épaisses et souvent ponctuées obliquement (faisceaux de colenchyme).

D'autre part, le cambium qui se transforme en vaisseaux et fibres ligneuses, peut aussi, soit directement, soit par l'intermédiaire de ces fibres ligneuses, produire des cellules ponctuées identiques à celles formées directement par le tissu primordial. Ces cellules ponctuées sont la dernière phase de la vie cellulaire chez les pipérées, et leurs parois acquièrent parfois une épaisseur considérable (Pl. III, fig. 4). C'est ce qui a surtout lieu dans l'enveloppe verte extérieure dont le tissu jouit d'une certaine indépendance. Les fibres de l'écorce ne diffèrent de celles du bois que par leur épaississement qui commence aux angles au lieu de se faire uniformément, comme cela a lieu pour les fibres ligneuses.

Feuilles et ramification.

On a vu plus haut que, chez les pipéracées, la gaine du pétiole est très-développée. Elle adhère presque de toutes parts au rameau et l'enveloppe complétement. Le pétiole est toujours sillonné dans une partie de sa longueur, souvent même jusqu'au limbe, par un canal qui est la continuation de la gaine. Dans la plupart des pipérées, et chez quelques pépéromiées, les bords de ce canal sont amincis en stipules.

Le bourgeon terminal reste longtemps enfermé dans le canal du pétiole et n'en sort que lentement, feuille après feuille. Ce mode de vernation, commun à toutes les pipéracées, est la conséquence de l'évolution saccadée des bourgeons. Les feuilles d'un même axe naissent à de si longs intervalles de temps les unes après les autres, que le bourgeon terminal finit toujours par être supplanté par un bourgeon latéral, qui se réduit à l'état de chaton. Ce dernier est alors déjeté en avant et paraît opposé à la dernière feuille (Pl. IV, fig. 3).

La spire foliaire tourne toujours dans le même sens sur toute la longueur d'un même axe, mais elle change de sens à chaque changement d'axe. Aussi dès que la végétation discontinue a commencé, les antérithalles successifs sont tous antidromes entre eux, ce dont il est facile de s'assurer par l'examen des parastyches de leurs chatons. Du

reste, la végétation ne devient jamais discontinue que lorsque les rameaux ont déjà une longueur un peu considérable. Une fois qu'elle a commencé, les rameaux ne s'allongent plus que par une succession de bourgeons axillaires.

Chez les pépéromiées à feuilles opposées ou verticillées, chaque rameau commence par deux petits prophylles écailleux qui tombent de bonne heure et peuvent ainsi échapper à l'observation. Dans les espèces à feuilles alternes, on ne trouve souvent qu'un seul prophylle qui reste aussi presque rudimentaire. Dans la tribu des pipérées, le rameau n'a jamais qu'un prophylle au-dessus duquel commence immédiatement la série des feuilles proprement dites. Ce prophylle unique acquiert souvent de grandes dimensions tout en restant toujours à l'état écailleux et sans prendre jamais la forme d'une feuille ordinaire. Son sommet est, en général, lancéolé, tandis que sa base large et engaînante enveloppe complétement le jeune rameau comme la gaîne d'un pétiole. Le prophylle ne reçoit cependant point de faisceaux ligneux, et les veines qu'on y observe rarement sont réduites à de subtils filets de colenchyme. La véritable nature de ce prophylle des pipérées me paraît avoir été méconnue par M. Miquel qui en fait une stipule opposée à la feuille *(Stipula oppositifolia)*.

Cette manière de voir se justifie, au premier abord, par la manière dont le prophylle est presque toujours déjeté en avant et par sa grande proximité de la feuille-mère dont il peut sembler être un appendice.

Cependant un examen plus approfondi conduit nécessairement à une autre manière de voir. On trouve, en effet, que dans le bourgeon terminal le prophylle est bien réellement latéral et non opposé à la feuille-mère. D'ailleurs, si on observe avec attention un rameau déjà développé, on voit que la base du prophylle est soudée, non avec le chaton opposé à la feuille, mais avec le rameau né de celle-ci. Enfin à l'aisselle du prophylle se trouve toujours un bourgeon (Pl. IV, fig. 3). Ce bourgeon, qui avorte le plus souvent, se développe cependant quelquefois, et il en résulte une ramification trichotome.

La consistance membraneuse du prophylle des pipérées, ainsi que sa forme triangulaire semblent cependant devoir le faire considérer comme une feuille réduite à ses stipules. On va voir néanmoins la raison, sans réplique, qui me force à le regarder comme une feuille réduite à son limbe.

La vernation des pipérées présente, en effet, cette particularité frappante que, dans le bourgeon, les stipules s'enroulent dans le sens du chemin court de la spire foliaire. Lorsque les feuilles sont irrégulières, c'est toujours la stipule située du côté où le limbe est le moins développé qui recouvre l'autre (Pl. IV, fig. 3). Comme le sens de la spire foliaire change à chaque changement d'axe (ce qui est prouvé par l'étude des parastyches des chatons), le prophylle, pour être une stipule, devrait être enroulé en sens inverse des stipules de la feuille-mère. Puisque c'est l'inverse qui a lieu (Pl. IV, fig. 3), on doit donc considérer ce prophylle comme un limbe.

Le limbe des feuilles, chez les pipéracées, est souvent inéquilatéral, et j'ai dû chercher s'il n'existerait point quelque liaison entre cette circonstance remarquable et la structure générale de ces plantes. Or, l'irrégularité des limbes n'existe ni chez les pépéromiées à feuilles opposées ou verticillées, ni chez les pipérées à végétation continue *(Potomorphe, Macropiper)*, tandis qu'elle est toujours plus ou moins marquée chez les pipérées à végétation discontinue. Elle est très-rare et peu marquée chez les pépéromiées à feuilles alternes où on ne l'observe que dans quelques espèces, et surtout aux extrémités des rameaux. Elle suit, d'ailleurs, toujours la même loi que celle du sens de la spire foliaire. Partout où les limbes sont irréguliers, le côté le plus développé correspond au grand angle de la spire, et passe, par conséquent, à droite et à gauche à chaque changement d'axe. Enfin, chez les espèces dont les limbes sont le plus irréguliers, l'irrégularité cesse presque complétement ou même entièrement dès que la végétation des rameaux devient continue. C'est ce que j'ai eu l'occasion d'observer, à plusieurs reprises, chez les *A. magnifica* Miq., *mollicoma* Miq., ainsi que chez l'*E. unguiculata* Kunk.

Il y a plus : dans ces espèces, en effet, connues pour l'irrégularité de leurs limbes, les premières feuilles, naissant sur une tige à végétation continue, sont parfaitement régulières, tandis que celles qui se développent plus tard sur des axes discontinus sont d'une irrégularité frappante (Pl. III, fig. 1, 2).

Ces diverses circonstances m'ont fait supposer que l'irrégularité des limbes doit être en rapport avec le mode de végétation, et voici comment je me suis expliqué cette relation.

On comprend que toute feuille qui naît au-dessus d'une autre, sur le même axe, doit avoir son développement gêné d'un côté par la proximité de cette autre feuille formée antérieurement. Si la végétation est continue, l'équilibre est presque aussitôt rétabli par la naissance d'une nouvelle feuille située plus haut et plus rapprochée du côté primitivement favorisé. Si, au contraire, à partir d'une certaine feuille, l'axe se termine en chaton, l'équilibre est rompu, et cette dernière feuille pourra s'accroître davantage du côté correspondant au grand angle de sa spire. Du reste, le grand intervalle de temps qui, chez les pipéracées à feuilles alternes, sépare la naissance d'une feuille de celle de la feuille précédente, doit tendre à augmenter l'effet de la discontinuité des axes, en retardant le rétablissement de l'équilibre. C'est donc surtout chez les plantes dont les feuilles paraissent disposées suivant la fraction $^1/_2$ qu'on devra s'attendre à rencontrer des limbes irréguliers, car ce mode de disposition correspond à une plus grande longueur relative des entre-nœuds. Or, telle est précisément la disposition des feuilles chez les Bégoniacées, si connues pour l'irrégularité de leurs limbes. D'ailleurs, les fréquents changements du sens de la spire sur le même axe doivent produire, chez ces plantes, le même effet que la discontinuité des axes dans la famille des pipéracées. La théorie qu'on vient d'exposer diffère essentiellement de celle admise jusqu'ici par les auteurs qui ont traité de l'irrégularité des feuilles. Suivant eux, la formation de la feuille commence du côté du grand angle de la spire, et c'est à cela qu'ils attribuent le plus grand développement du côté correspondant du limbe,

ainsi que son enroulement qui a presque toujours lieu dans le sens du grand angle. Comme dans quelques cas rares (Restiacées), les stipules s'enroulent, au contraire, suivant le petit angle, ils ont admis que la formation des feuilles avait quelquefois lieu suivant cette direction. D'après les idées reçues jusqu'à présent, il y aurait donc des feuilles formées suivant le *chemin long* de la spire et d'autres suivant le *chemin court*.

Les pipéracées me semblent créer une grave objection à cette ancienne théorie, puisque, dans cette famille, les stipules s'enroulent suivant le chemin court, tandis que les feuilles se formeraient suivant le chemin long.

D'autre part cette circonstance cesse d'être une anomalie dès qu'on fait dériver l'irrégularité des limbes d'une loi de balancement. L'observation prouve, en effet, que, chez les pipéracées, l'enroulement des stipules est dû à ce que le pétiole, formé après le limbe, s'accroît et s'allonge davantage du côté où celui-ci est le moins développé. La torsion qui résulte de là doit faire déborder la stipule située du côté où le pétiole est le plus développé par-dessus celle située sur le côté opposé.

Voilà pourquoi les stipules, presque toujours égales parce qu'elles reçoivent peu de développement, s'enroulent suivant le chemin court de la spire foliaire.

La nervation, chez les pipéracées, offre un intérêt tout particulier. On va voir qu'elle jette un jour nouveau sur la véritable nature des feuilles en général ainsi que sur le rapport entre les feuilles digitinerves et les penninerves. Entre la feuille, franchement digitinerve, de l'E. unguiculata Kunth et celle, franchement penninerve, de l'A. ampla Miq. (Pl. V) il existe une catégorie de feuilles telles que celles des A. magnifica Miq. et mollicoma Miq. et Potomorphe sidœfolia Miq. (Pl. IV, fig. 1 et Pl. VI), dont la nervation ambiguë est ce qu'on a appelé *multiplinerve*. Or ce mode de nervation n'est qu'un degré intermédiaire entre les deux autres. Il existe, en effet, chez les pipéracées un très-grand nombre de feuilles multiplinerves dont les nervures se détachent les unes des autres

si près de la base du limbe qu'on est tenté de classer ces feuilles parmi les digitinerves, et le cas contraire est tout aussi fréquent. Aussi l'idée m'est bientôt venue qu'il n'existe pas de différence essentielle entre la nervation digitinerve et la nervation penninerve. Cette idée serait cependant demeurée une simple hypothèse, si l'examen de la structure anatomique des nervures n'était venu la justifier complétement. Si, en effet, on pratique, à diverses hauteurs, la section transversale de la nervure médiane, dans la feuille de l'A. magnifica par exemple, on trouve que cette section contient toujours un nombre de faisceaux fibro-vasculaires égal à celui des nervures primaires et secondaires qui se trouvent au-dessus d'elle (Pl. VII). On trouve la même chose, d'ailleurs, dans toutes les autres espèces à feuilles multiplinerves ou presque penninerves (Pl. VII).

Ces faisceaux ont exactement la même structure anatomique que ceux du rameau et sont la continuation directe de ceux du pétiole, c'est-à-dire des couches extérieures des faisceaux périphériques du rameau. Ils se répartissent un à un, dans les nervures à mesure qu'elles se séparent de la nervure médiane et s'accompagnent ainsi plus au moins longtemps sans jamais se confondre ni s'anastomoser. Ils sont toujours clairement distincts et séparés par un tissu parenchymateux à cellules pentagonales. En face de chacun de ces faisceaux vasculaires se trouve le faisceau correspondant de colenchyme, qui est lui-même la continuation directe du colenchyme du rameau (Pl. VII, fig. 7 *b*). En un mot les nervures secondaires de même que la nervure primaire sont toutes formées par les prolongements des couches externes des faisceaux périphériques du rameau. Ces couches n'ayant pas encore subi de bifurcation tangentielle, se bifurquent et s'anastomosent en arrivant sur les bords du limbe, comme les couches intérieures des mêmes faisceaux le font en arrivant au nœud. Il existe, le plus souvent, dans le limbe, un grand nombre d'autres petites ramifications des nervures qui s'anastomosent en tous sens, mais ces petites anastomoses manquent dans beaucoup de feuilles, tandis que celles du bord du limbe

sont toujours présentes. Ces dernières sont quelquefois si frappantes qu'elles forment comme un cordon entourant tout le limbe.

Les choses ne sont pas tout à fait aussi simples dans les feuilles franchement penninerves comme celles de l'A. ampla Miq. Dans les feuilles de cette nature, une partie seulement des nervures secondaires descend jusqu'au rameau et les autres s'arrêtent au contact de la nervure médiane (Pl. V). Mais, là encore, des coupes transversales prouvent clairement que les nervures secondaires sont, en réalité, indépendantes de la nervure médiane et de même ordre qu'elle. Là encore on trouve que les faisceaux des différentes nervures, pendant leur trajet commun, sont séparés, les uns des autres, par un tissu parenchymateux. Quant à celles des nervures qui s'arrêtent au contact de la nervure médiane, elles sont sans doute une formation postérieure aux autres et propre au limbe. Un fait analogue a lieu pour les pétioles dans lesquels on trouve presque toujours des faisceaux qui ne pénètrent pas dans le limbe. Ces faisceaux supplémentaires, évidemment formés après les autres et intercalés entre eux, sont la continuation des faisceaux périphériques les plus récents.

Chez beaucoup d'espèces de l'une et de l'autre tribu, le pétiole n'est canaliculé que vers sa base et se termine en cylindre du côté du limbe. Il est clair que, dans ces cas-là, les faisceaux de la partie supérieure du pétiole ne sont point en rapport direct avec ceux du rameau. Ils sont interrompus là où le canal commence, et représentent, par conséquent, une formation propre au tissu du pétiole. Ces faisceaux ont la même composition anatomique que les autres et sont accompagnés d'un nombre correspondant de faisceaux de colenchyme (Pl. VII, fig. 7). Ces derniers pénètrent souvent dans le limbe où ils forment la face supérieure des nervures qui font alors saillie des deux côtés du limbe (Pl. VII, fig. 8). En résumant ce qui précède on arrive forcément aux conclusions suivantes :

1° Il y a une analogie frappante entre le rameau et les feuilles.

2° La feuille a, comme le rameau, une écorce (faisceaux de colenchyme), un système ligneux et une moelle.

3° Dans la plupart des cas, la moitié supérieure avorte complétement et la feuille représente un demi-rameau aplati.

4° Dans certains cas, la moitié supérieure n'avorte que dans le limbe et existe dans une portion de pétiole (Pl. VII).

5° Enfin la moitié supérieure est quelquefois représentée à la fois dans le pétiole et dans le limbe. La feuille est alors comme un véritable rameau aplati (Pl. VII).

6° La feuille diffère cependant du rameau par l'absence de bourgeon terminal et d'anneau de cambium, ainsi que par la plus grande complication des anastomoses des faisceaux.

7° Comme les faisceaux ne se bifurquent pas à leur entrée dans le pétiole, on doit considérer la feuille plutôt comme un prolongement de l'entre-nœud précédent que comme un nouveau mérithalle.

8° Les nervures secondaires des feuilles multiplinerves et même des feuilles penninerves sont, en réalité, de même ordre que la nervure médiane.

Bractées.

On rencontre, chez les pipéracées, trois types de bractées. Les unes sont *spathulées* (souvent *cucullées* par dégénérescence) ou *lancéolées* (Pl. IV, fig. 4, 5), d'autres en *forme de sabot* (Pl. IV, fig. 6), et enfin le plus grand nombre sont *peltées* (Pl. IV, fig. 8). Comme elles naissent sur des axes à végétation continue, et sont fort rapprochées les unes des autres, il n'est pas surprenant qu'elles soient toujours symétriques, même dans les espèces dont les feuilles sont le plus irrégulières.

Le premier type est le plus rare et le plus rudimentaire. Il représente probablement la gaîne et les stipules d'une feuille.

Les bractées en forme de sabot sont évidemment des feuilles dont la gaîne seulement et une portion du pétiole se sont développés. Certaines bractées de cette forme sont de véritables miniatures de pétioles en partie canaliculés. Enfin la forme peltée représente une feuille tout

entière. Si ce type est le plus fréquent, c'est aussi celui qui dégénère le plus souvent. Ainsi, dans tout le groupe des pépéromiées, sauf deux espèces, les bractées peltées sont réduites à un limbe arrondi presque sessile. Ce limbe arrondi devient même tout à fait sessile et adhérant au rachis chez beaucoup de pipérées (genre Piper Miq.).

Ces trois types de bractées ne sont pas toujours faciles à distinguer. Ainsi on trouve chez un grand nombre d'espèces du genre Arthante Miq. une bractée peltée dont le pédicelle porte un limbe triangulaire (Pl. IV, fig. 8). Or il existe dans le même genre d'autres bractées qui sont manifestement spathulées, mais qui ressemblent tout à fait aux précédentes parce que leur sommet est triangulaire. La forme peltée à limbe triangulaire pourrait donc bien, après tout, n'être qu'une dégénérescence de la forme spathulée.

En somme, la forme des bractées n'est pas d'un grand secours pour la classification, soit à cause des transitions qui existent entre les différents types, soit parce que des espèces très-voisines sous tous les autres rapports, ne diffèrent souvent que par la forme de leurs bractées.

Inflorescence.

Toutes les pipéracées sont biaxifères. Les fleurs sont rapprochées les unes des autres au sommet d'un même axe et forment ce qu'on appelle un chaton (amentum). Elles sont le plus souvent sessiles et quelquefois pédicellées. Dans la tribu des péromiées, les chatons sont terminaux ou axillaires. Chez quelques espèces ils sont rapprochés les uns des autres au sommet de la tige et forment ainsi une panicule (Pep. secunda R. et P.) dont l'axe principal se termine lui-même en chaton. Dans la tribu des pipérées, les chatons sont toujours terminaux, excepté chez les Potomorphes Miq. et Macropiper Miq., où ils forment des ombelles aux aisselles des feuilles.

Chez toutes les pépéromiées, la fleur se réduit à deux étamines et un ovaire (Pl. I, fig. 9). Elle devient plus complète dans la tribu des pipé-

rées, sans offrir cependant de calice ou de corolle. Dans l'une et l'autre tribu, l'ovaire n'a qu'une seule loge contenant un seul ovule sessile à la base de l'ovaire et orthotrope. La graine renferme un embryon dicotylédoné, fort petit, enclos dans la vésicule embryonnaire, persistante au sommet d'un périsperme très-abondant. Je n'insiste point sur ces détails fort bien décrits par M. Miquel et qui se trouveront répétés dans le Prodromus. Je dois cependant dire un mot des étamines qui offrent un caractère important pour le groupement des espèces.

Les anthères appartiennent, en effet, à deux types distincts. Les unes sont simplement biloculaires (à loges apposées suivant M. Miquel, Pl. I, fig. 9, 10, 11) et les autres sont quadriloculaires (loges apposées suivant M. Miquel, Pl. IV, fig. 10, 11).

A l'époque de la maturité, les premières deviennent bivalves, parce que chacune de leurs loges s'ouvre par une seule valve, et, par la même raison, les anthères quadriloculaires deviennent quadrivalves. Les anthères biloculaires ne sont évidemment que des moitiés d'anthères quadriloculaires, et c'est pour cela que leurs loges sont situées d'un seul côté (apposées suivant M. Miquel). Dans certaines anthères quadriloculaires, les loges se rejoignent plus ou moins au sommet, et les quatre valves semblent réduites à deux. Mais la forme de ces valves, qui sont atténuées au sommet, indique que les anthères sont réellement quadriloculaires, ainsi que le prouvent des sections transversales. Comme les valves sont plus faciles à compter que les loges, j'emploie, dans les descriptions, les termes bivalves et quadrivalves, au lieu des expressions biloculaires et quadriloculaires.

Les anthères quadrivalves sont presque toujours articulées et caduques, tandis que les anthères bivalves ne sont pas articulées et persistent longtemps après leur maturité.

Dans le genre Nemathantera Miq., les anthères sont très-allongées (Pl. I, fig. 13), et enfin dans quelques espèces, le connectif se prolonge au-dessus des loges.

L'ovaire, quelquefois enfoncé dans le rachis, est le plus souvent sessile

à sa surface, ou même porté sur un pédicelle assez long. Dans quelques pipérées il est non-seulement enfoncé dans le rachis, mais même soudé avec ce dernier, de manière à simuler un fruit à plusieurs loges (Pl. I, fig. 16, 17).

Classification.

M. Miquel admet vingt genres fondés sur des caractères fort divers.

Il répartit ces genres en deux tribus qu'il distingue d'après le mode de végétation continue ou interrompue et d'après la position des loges apposées ou opposées.

Ce dernier caractère, vu, il est vrai, sous un point de vue un peu différent, m'a semblé avoir beaucoup d'importance. Cependant certaines espèces du genre Chavica Miq. de la tribu des pipérées ont des anthères biloculaires (c'est-à-dire à loges apposées) comme celles de la tribu des pépéromiées, et pourtant ces espèces sont trop semblables à toutes les autres pipérées pour qu'on puisse les réunir au groupe des pépéromiées. Quant au mode de végétation, il ne m'a point semblé avoir une grande importance. M. Miquel, lui-même, est bien obligé de placer les Potomorphe et Macropiper, qui ont des axes à végétation continue, parmi les pipérées à végétation discontinue. En outre, plusieurs espèces du genre Peperomia offrent au plus haut degré le caractère de la végétation discontinue (Pep. pellucida H. B. K., laxiflora H. B. K., Trianæ C. DC. mans., etc.).

Il m'a donc semblé logique de subordonner les caractères tirés de la végétation, ainsi que ceux fournis par les anthères à la considération de la structure anatomique. La présence ou l'absence d'un anneau de cambium, tel est selon moi un caractère absolu qui permet de grouper toutes les pipéracées connues en deux tribus, faciles à reconnaître. Cet anneau manque chez toutes les pépéromiées et se retrouve invariablement dans toutes les tiges de pipérées. C'est, du reste, un caractère très-facile à observer à cause de l'anneau périphérique qui en résulte.

La sexualité ne m'a pas paru suffisante pour établir des genres. Les

P. trioïam Miq. et androgynum C. DC. mans., ainsi que le genre Verhuellia, ont, en effet, des fleurs tantôt unisexuelles, tantôt hermaphrodites. Ces exemples pourront se multiplier, et récemment encore M. Miquel a bien voulu me communiquer une observation qu'il a faite à ce sujet. Il a observé que le Mac. excelsum femelle pousse souvent des chatons mâles après avoir porté des inflorescences femelles.

Enfin je n'ai trouvé dans les fleurs aucun caractère suffisamment tranché pour servir à la définition des genres. J'ai vainement essayé de les définir d'après le nombre des stigmates et des étamines ou d'après la forme des bractées. Il se présentait toujours des exceptions impossibles à concilier, et il m'a fallu faire passer tous ces caractères au rang de caractères de sections. On trouvera donc, dans le Prodromus, toutes les pépéromiées groupées en deux genres : Peperomia et Verhuellia, et toutes les pipérées en un seul genre Piper. Quant au genre Verhuellia Miq., je suis obligé de le définir d'après des caractères autres que ceux sur lesquels il a été établi. En examinant l'échantillon de l'herbier de Willdenow, d'après lequel M. Miquel a fondé ce genre, j'ai pu me convaincre que ses chatons portent à la fois des fleurs mâles, des fleurs femelles et des fleurs hermaphrodites. Les mâles occupent le sommet et les femelles la base du chaton. Les hermaphrodites sont vers le milieu. Si on compare une étamine, telle que je l'ai vue (Pl. I, fig. 7), avec la fleur du genre Verhuellia représentée dans l'ouvrage de M. Miquel (Illustr. piper.), on verra que cet auteur a, sans doute, pris pour une fleur ce qui n'était qu'une étamine. La crainte de gâter, par des dissections répétées, un échantillon précieux, ainsi que l'extrême petitesse des fleurs de Verhuellia justifient d'ailleurs pleinement une erreur de cette nature.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Pep. blanda H. B. K.

Fig. 1. Coupe transversale d'un faisceau (G=180).
Fig. 2. Coupe longitudinale . . . . (G=375).

Pep. pereskiæfolia H. B. K.

Fig. 3. Œtipe transversale de l'épiderme (G=875).

Pep. cuneifolia A. D. A.

Fig. 4. Coupe longitudinale du fruit et d'une portion du chaton ; *b*, bractée ; *o*, ovaire ; *s*, stigmate ; *g*, graines ; *f'*, filet vasculaire pénétrant dans l'ovaire ; *f*, faisceau parcourant le chaton (G=60).
Fig. 9. Fleur avec sa bractée (G=15).
Fig. 12. Fleur plus jeune . . *idem.*
Fig. 10. Coupe transversale d'une étamine un peu avant la maturité (G=15).
Fig. 11. » » » très-jeune . . . . *idem.*

Verhuellia reniformis Miq.

Fig. 5. Bractée (G=40).
Fig. 6. Coupe transversale d'une des loges d'une étamine (G=40).
Fig. 7. Étamine entière . . . . . *idem.*
Fig. 8. Fleur . . . . . *idem.*

Nematanthera Miq.

Fig. 13. Étamine entière (G=15).
Fig. 14. Coupe transversale de la même étamine.

P. artanthopse C. DC. mans.

Fig. 15. Fleur (G=15).
Fig. 16. Coupe longitudinale de la fleur et du chaton ; *c*, chaton ; *o*, ovule ; *f*, filets des étamines (G=15).

PLANCHE II.

Enckea unguiculata Kunth.

Fig. 1. Section transversale d'un jeune rameau au-dessous de la dernière feuille bien développée ; *a*, épiderme et enveloppe verte extérieure ; *b*, colenchyme ; *c*, enveloppe verte intérieure ; *f*, faisceau périphérique ; *c*, étui médullaire ; *g*, faisceau intérieur ; *h*, tissu médullaire (G=60).

Fig. 2. Section transversale d'un rameau beaucoup plus jeune montrant l'anneau de cambium ; *e*, qui devient plus tard l'étui médullaire (G=375).

Fig. 3. Section transversale d'un faisceau périphérique au-dessous de la troisième feuille montrant la demi-lune ; *d*, de cellules épaissies (G=375).

Fig. 4. Section transversale du rameau précédent montrant un rayon médullaire R aboutissant à l'étui ligneux *e* (G=375).

Fig. 5. Section longitudinale de l'écorce du rameau de la figure 1 (G=500).

Fig. 6. Section longitudinale de l'écorce de P, geniculatum montrant le grand développement de l'enveloppe verte extérieure dont les cellules voisines de l'épiderme sont fortement épaissies (G=375).

Fig. 7. Section transversale d'un gros rameau dont les rayons médullaires secondaires sont déjà fort avancées (G=15).

Fig. 8. Section transversale de l'épiderme et de l'enveloppe verte extérieure (ob. 7, oc. 1).

Fig. 9. Section transversale d'un rameau de *Ch. frustrata* Miq. (G=15).

PLANCHE III.

Enckea unguiculata Kunth.

Fig. 1. Section longitudinale superficielle passant par un nœud et montrant les bifurcations tangentielles des faisceaux.

Fig. 2. Jonctions de deux fibres ligneuses (G=500).

Fig. 3. Coupe longitudinale d'un rayon médullaire ; *a*, cellules ponctuées du rayon ; *b*, fibres ligneuses adjacentes (G=500).

P. lenticellosum C. DC. mans.

Fig. 4. Coupe longitudinale de l'écorce ; *a*, enveloppe verte extérieure avec cellules ponctuées très-épaissies ; *b*, fibres ponctuées mêlées de cellules ponctuées (G=375).

Fig. 5. Section transversale d'un faisceau périphérique âgé ; R, rayon médullaire primitif ; *r*, rayon médullaire secondaire ; *v*, trachées ; *v'*, vaisseaux réticulés (G=60).

PLANCHE IV.

A. mallicoma Miq.

Fig. 1. Feuille d'un rameau à végétation continue, vue par-dessous. (Grandeur naturelle.)
Fig. 2. Feuille d'un rameau à végétation discontinue. (Grandeur naturelle.)
Fig. 3. Diagramure de la vernation d'un rameau à végétation discontinue. Les triangles représentent les limbes ; *f*, feuilles ; *s*, stipule ; *p*, prophylle ; *c*, chaton.
Fig. 8. Bractée (G=15).

A. annonæfolia Miq.

Fig. 4. Bractée (G=15).

A. lacunosa Miq.

Fig. 5. Bractée (G=15).

P. calceolarium C. DC. mans.

Fig. 6. Bractée (G=15).

P. macrophyllum C. DC. mans.

Fig. 7. Bractée (G=15).
Fig. 9. Étamines.

O. anisum Miq.

Fig. 10. Étamine (G=15).
Fig. 11. Section transversale de la même étamine.

PLANCHE V.

Feuille d'*A. ampla* Miq. prise sur un rameau à végétation continue et vue par-dessous. On n'a représenté que les nervures principales, et celles peintes en rouge sont les seules qui aboutissent au pétiole. (Grandeur naturelle.)

PLANCHE VI.

Fig. 1. Feuille d'*A. magnifica* Miq. prise sur un rameau à végétation continue, vue par-dessous. (Un tiers de grandeur naturelle.)
Fig. 2. Feuille de *Pot. sidæfolia* Miq. vue par-dessous. (Un tiers de grandeur naturelle.)

PLANCHE VII.

A. magnifica Miq.

Fig. 1—7. Coupes transversales de la nervure médiane de la feuille, faites aux points indiqués par

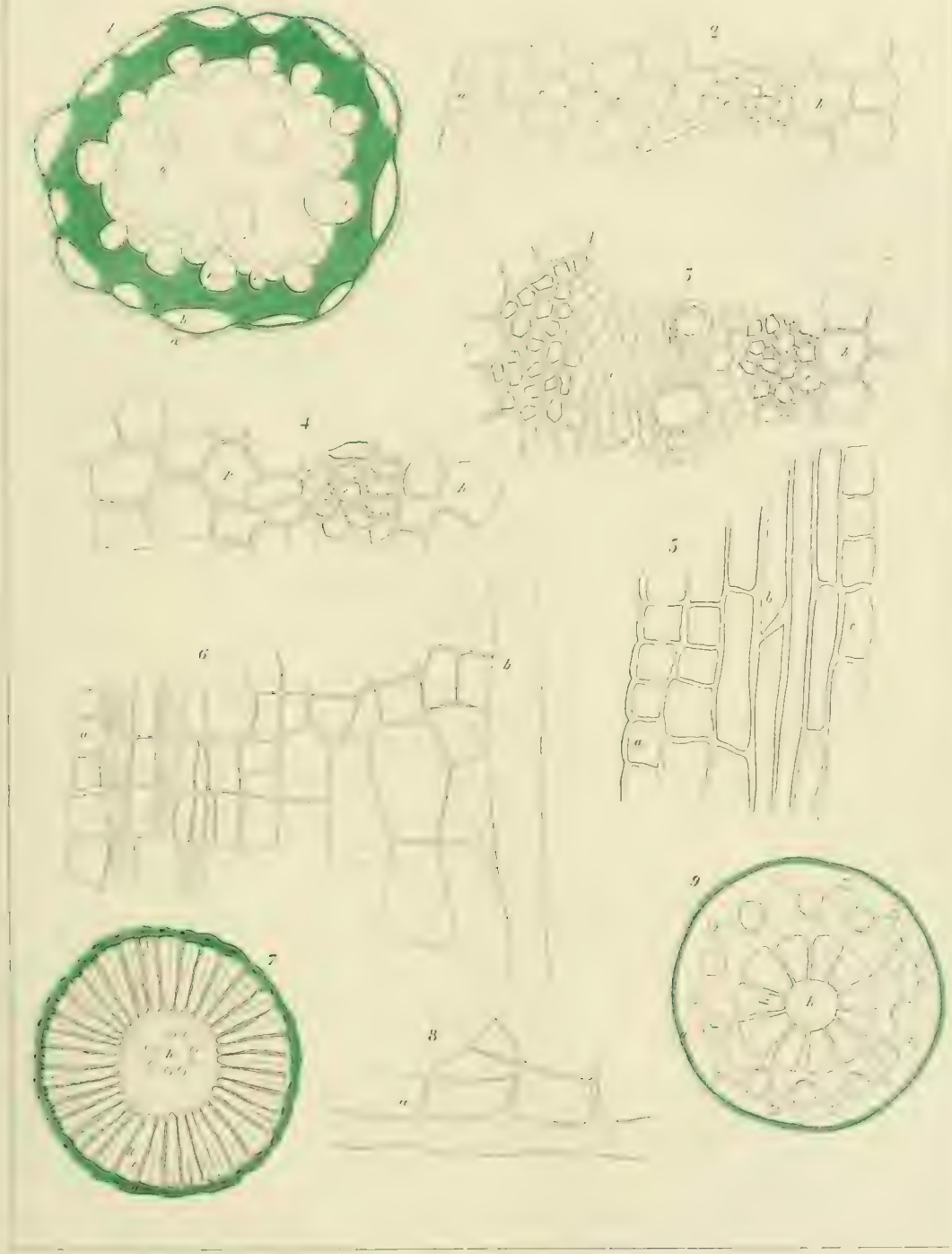
les mêmes numéros sur la planche précédente; *a*, épiderme et enveloppe verte extérieure; *b*, colenchyme; *f*, faisceaux pénétrant dans le limbe; *f'*, faisceaux qui ne pénètrent pas dans le limbe.

Pot. sidæfolia Miq.

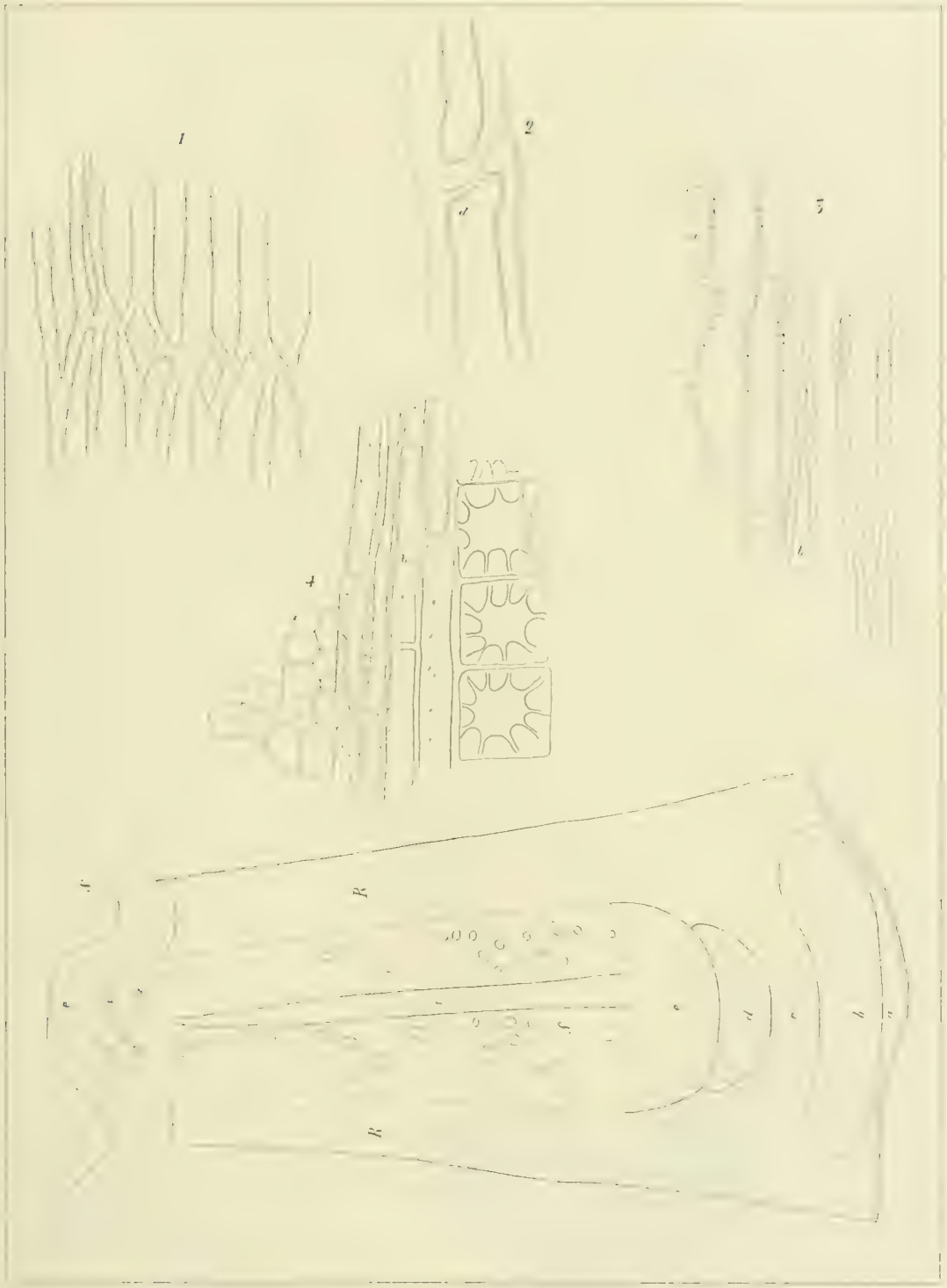
Fig. 8, 9, 10. Coupes transversales de la nervure médiane de la feuille faites aux points indiqués par les mêmes numéros de la planche précédente. Les lettres désignent les mêmes sortes de tissus que dans la planche II (G=15).

Fig. 11. Coupes longitudinales du pétiole montrant un faisceau *f* de la moitié supérieure, venant s'appliquer sur la nervure médiane.

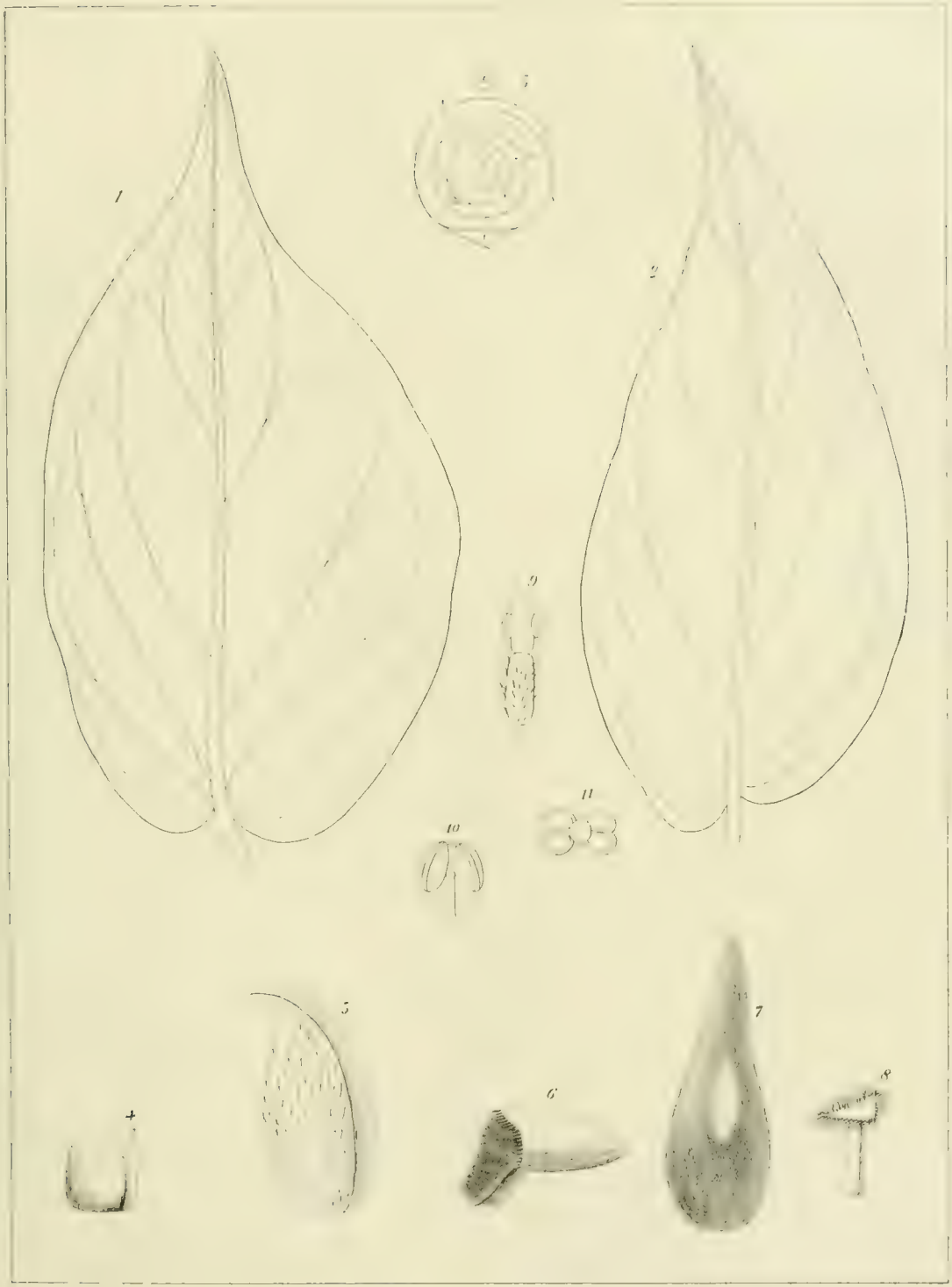
PÉPÉROMIÉES



PIPÉRÉES

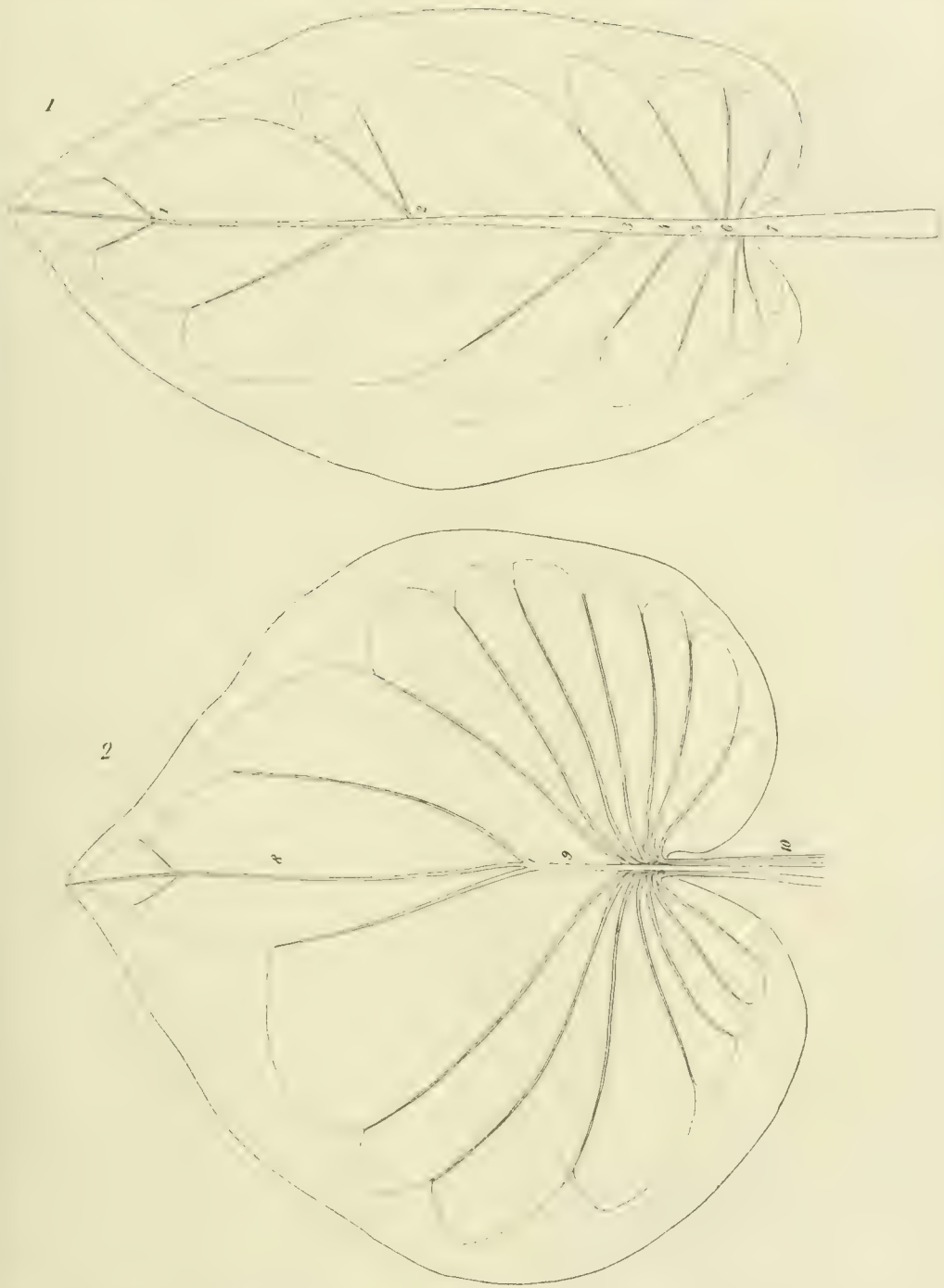


PIPÉRÉES

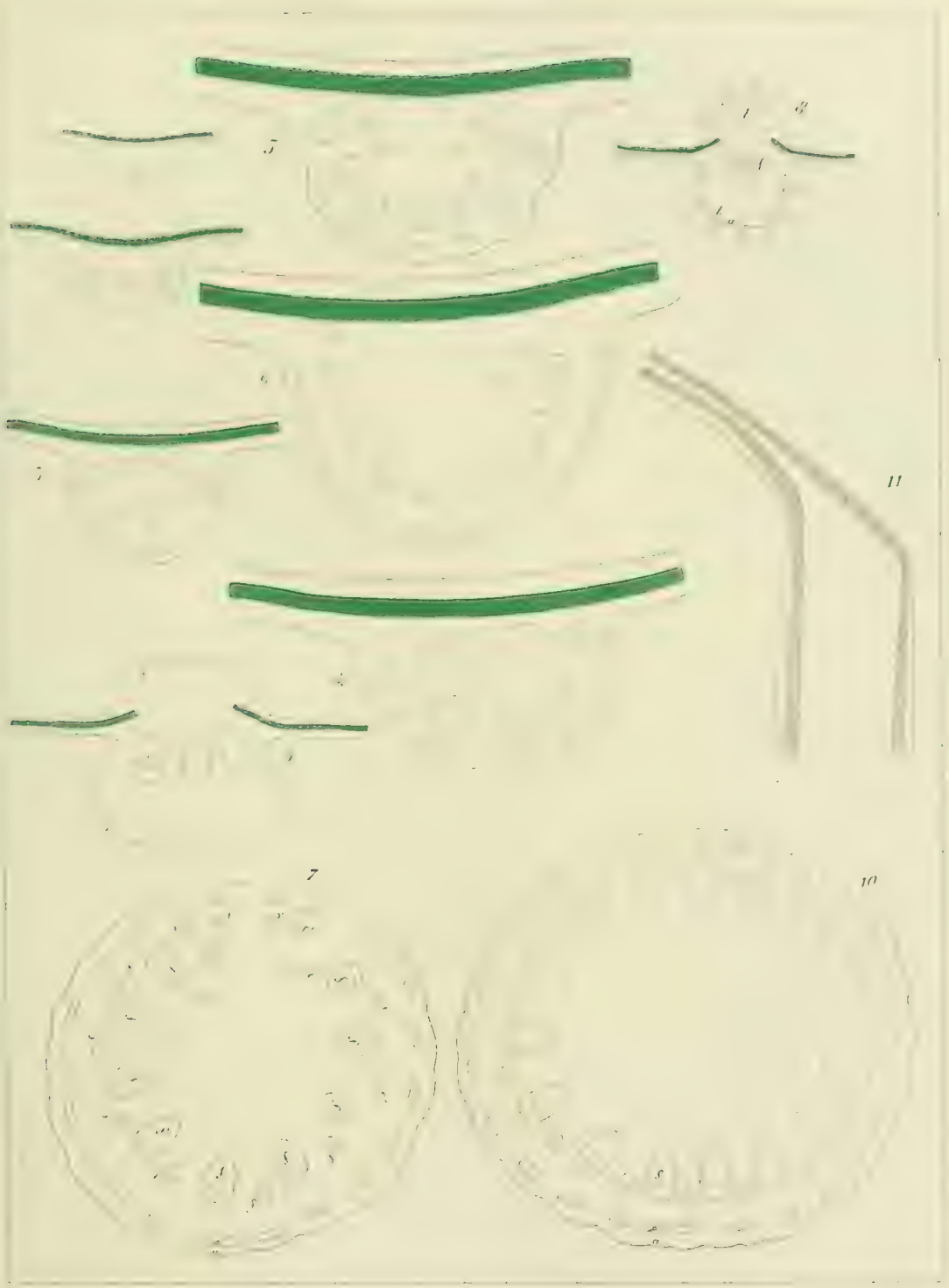


PIPÉRÉES.

PIPÉRÉES



PIPÉRÉES



PIPÉRÉES

DES DIVERSES MODIFICATIONS

DANS

LES FORMES ET LA COLORATION DES PLUMES

PAR

VICTOR FATIO

PRÉFACE

L'étude des plumes sous leurs divers aspects, et dans leurs différentes phases, a déjà été l'objet de nombreux travaux scientifiques; mais la question, loin d'être épuisée, mérite encore toute l'attention, soit des zoologistes, des anatomistes et des physiologistes, soit aussi des physiciens et des chimistes.

Schlegel, en 1852, n'a fait que reprendre un sujet traité déjà bien auparavant dans divers pays par plusieurs auteurs; mais il a réveillé l'attention et suscité, en Allemagne surtout, de longues discussions et de nombreux mémoires.

Le développement des plumes, leurs mues, leurs rapports avec les poils, leurs différentes formes et couleurs, leurs modifications, chaque question a été à son tour étudiée; et cependant le peu de données satisfaisantes obtenues jusqu'ici, et la contradiction presque continuelle des divers auteurs m'engagent encore à reprendre le sujet. Mais l'étendue

et l'importance de la matière me forcent à me restreindre sur un point seulement.

Je chercherai à étudier surtout dans ce travail les diverses variations de formes et de couleurs que subissent les plumes sous l'influence de différentes conditions. Mon but principal sera toujours de chercher à expliquer les phénomènes nombreux que présentent les plumes, et de découvrir, si possible, les moyens qu'emploie la nature pour arriver à ces buts variés.

Une bibliographie complète de tous les ouvrages écrits sur le sujet serait ici tout à fait inutile; je me bornerai donc à citer chemin faisant quelques-uns des mémoires qui m'ont semblé contenir le plus d'idées nouvelles.

Je m'efforcerai de concilier tant de faits cités et tant d'observations en apparence contradictoires. Ce n'est plus une théorie que je veux proposer, c'est le résultat d'une longue série de recherches et d'expériences répétées.

CHAPITRE Ier.

De la structure des plumes.

Je me vois forcé d'aborder en commençant quelques points qui ne semblent pas devoir rentrer directement dans mon sujet, mais sur lesquels je dois cependant donner quelques éclaircissements, pour faciliter plus tard l'intelligence de la question.

Les écailles des reptiles ou des poissons et les poils des mammifères sont avantageusement remplacés par les plumes chez les oiseaux; car, développant beaucoup la surface sans augmenter sensiblement le poids du corps, elles présentent bien des qualités singulièrement favorables au vol. Ce développement particulier des téguments, à la fois si important et si nécessaire dans la vie de l'oiseau, peut devenir l'occasion de bien des recherches intéressantes lorsqu'on l'étudie dans son accroissement, sa disposition et les diverses variations qu'il montre à différentes époques et sur différents individus.

Engel[1] et Nitsch[2] nous ont montré tous deux, chacun à son point de vue, l'importance des plumes, soit dans l'embriogénie, soit dans la classification. Le premier a étudié chez un fœtus encore très-peu développé l'apparition et l'arrangement à des places déterminées des dépôts pigmentaires qui doivent donner naissance à ces organes. Le second a observé la disposition toujours semblable des plumes chez les individus adultes d'une même espèce, ainsi que les rapports de ces dispositions dans les genres et les familles.

Je cherche maintenant, à la suite de beaucoup d'autres, à expliquer la série des phénomènes naturels que présentent ces organes si intéressants dans la classe, sans contredit, la plus séduisante de nos vertébrés;

[1] Engel, Joseph. Ueber Stellung und Entwickelung der Feder. In Wiener Sitzungsber. *Math. Nat. Cl.* Band 22, 1857 (1856), p. 376-393.

[2] System der Pterylographie von Christian Ludwig Nitsch. Halle, 1840.

et si je suis contraint à entrer, pour plus de clarté, dans quelques détails sur la croissance de parties qui ne doivent m'occuper qu'après leur crue complète, je ne prétends pourtant pas poursuivre bien loin une étude sur laquelle je n'ai pas spécialement ici poussé mes investigations.

Avant de revêtir leurs plumes réelles la plupart des oiseaux se couvrent d'un duvet plus ou moins persistant. Première livrée de l'enfance, cette couverture soyeuse est d'autant plus développée que le petit qui la porte doit être plus longtemps et plus complétement protégé par elle contre les intempéries de l'air.

Ainsi chez plusieurs ordres, comme les Rapaces, les Gallinacés, les Échassiers et les Palmipèdes qui construisent des nids bien imparfaits, nous rencontrons de jeunes oiseaux couverts d'un duvet chaud et épais; tandis que chez les Passereaux, qui bâtissent d'ordinaire mieux leurs demeures, nous trouvons des petits presque nus, mais protégés, par contre, par une couche en général bien close et bien moelleuse.

Quel que soit le degré d'importance de ce duvet, nous le voyons se développer toujours d'une manière semblable, quoiqu'en présentant parfois de légères différences dans sa forme.

Dans l'épaisseur de la peau, sur un bulbe naissant, et à la place de la plume future, le duvet croît et se développe d'une manière analogue à celle que nous étudierons plus loin pour la plume. Il chemine petit à petit, en grandissant au travers des couches cutanées, pour percer enfin à la surface sous la forme d'une touffe d'apparence pileuse, composée ordinairement de 8 à 12 et quelquefois jusqu'à 24 filaments distincts.

Les filets si déliés et soyeux qui composent ce duvet ne possèdent pas toujours comme les barbes de la plume de tige ou axe central, et ressemblent par là même plutôt souvent à quelques-unes de ces barbes, qui seraient maintenues ensemble par l'extrémité d'une petite gaîne particulière.

Mais le duvet n'est pas seulement propre au jeune âge, car nous le retrouvons encore, soit sous les plumes de beaucoup d'oiseaux adultes sous l'apparence de bourre protectrice, soit garnissant sur les côtés le bas de

la tige de presque toutes les plumes, soit encore comme une touffe sans axe à la base et au milieu de la tige principale, soit enfin disposé sur une tige particulière, isolée, ou développée dans le tuyau unique de la plume principale, et doublant sur un espace plus ou moins long la face interne de cette dernière. Ce revêtement constitue alors des plumes doubles, comme nous en voyons chez beaucoup de nos Gallinacés et de nos Échassiers, ou même des plumes triples comme en présente le Casoar de l'Archipel Indien.

Il est certain que, quand j'ai dit que les duvets des différents oiseaux croissaient d'une manière semblable, je parlais seulement des duvets fixés directement dans la peau, qu'ils persistent ou qu'ils tombent; et que lorsque j'applique ici ce même nom à ces différents duvets que je signale à la base des plumes, je n'entends pas leur attribuer une origine identique, mais bien en faire souvent une partie constituante de la plume mère.

A ces différences d'origine et de position se joignent quelquefois aussi des différences parallèles de forme et de construction. Dans les duvets *pauciers*, *basilaires* ou *plumaires*[1] les barbes, plus ou moins longues, varient généralement peu quant à la forme; mais il existe par contre une grande diversité dans les barbules, suivant les différents groupes d'oiseaux ou les différentes situations de ces duvets.

Ainsi les barbules duveteuses les plus simples, disposées plus ou moins régulièrement par paires sur leurs barbes, ne consistent guère qu'en un fil plus ou moins long et aplati à sa base, se modifiant de plusieurs manières dans les différentes familles pour présenter bien des formes diverses.

Remarquons d'abord que, plus le premier duvet du jeune âge a d'importance, plus il ressemble déjà aux autres duvets qui le remplaceront chez l'individu adulte. C'est ainsi qu'il existe, par exemple, beaucoup plus de

[1] J'appelle ici *pauciers*, *basilaires* et *plumaires* les différents duvets, suivant qu'ils reposent directement sur la peau, ou qu'ils forment une touffe à la base de la plume mère, ou qu'ils garnissent enfin, soit le bas de la tige principale, soit les côtés des plumes duveteuses, simples, doubles ou triples.

divergence entre les duvets des jeunes et des adultes chez les Passereaux dont le duvet premier est si mesquin et si peu persistant, qu'entre les différents duvets des autres ordres.

Les principales dissemblances entre les duvets dépendent, en général, ou d'un développement différent des segments superposés qui constituent les barbules, ou des répartitions diverses de ces barbules elles-mêmes sur les barbes.

Dans le premier cas l'extrémité supérieure de chaque segment est plus ou moins développée suivant les ordres et même les espèces. Elle forme, tantôt seulement une légère ligne de démarcation ou des petits crochets comme dans la plupart des espèces chez lesquelles le duvet paucier a le plus d'importance, tantôt des renflements en général fortement pigmentés, affectant diverses formes et se retrouvant presque toujours dans le duvet plumaire des Passereaux, ainsi que dans les différents duvets de quelques Rapaces nocturnes et de quelques espèces d'autres ordres. (Voyez, planche I, quelques exemples de ces divers duvets dans les figures 1, 2, 3, 4 et 5, détaillées dans l'explication des planches.)

Dans le second cas, nous voyons les barbules, ou régulièrement réparties de chaque côté de la barbe, ou éparses et alternantes distribuées sans ordre aucun sur tout le pourtour de la barbe qui les supporte, ou encore contournées légèrement en spirale près de leur base, ou enfin se croisant quelquefois de manière que celle qui a pris naissance à gauche se rend à droite et vice versâ. (Voyez Pl. I, fig. 3, 4, 5.)

Mais il ne faudrait pas conclure du fait que l'on retrouve telle ou telle de ces dispositions plus spécialement dans tel ou tel ordre qu'elle lui soit exclusivement dévolue; car, par exemple, la forme légèrement en spirale que nous observons chez beaucoup de Palmipèdes se retrouve aussi dans quelques espèces des autres ordres, comme des Rapaces et même des Passereaux.

Le duvet, quel qu'il soit, est souvent coloré, quelquefois par diffusion irrégulière d'un pigment interne dans les barbes et les barbules, comme nous le verrons plus loin pour les plumes, d'autres fois par dépôts pig-

mentaires à des places déterminées et régulières dans les renflements dont nous venons de parler, présentant alors l'apparence des antennes de certains insectes.

Après un temps plus ou moins long, la plume qui a suivi les voies préparées par le duvet paucier chasse devant elle ce dernier et sa gaîne, et montre encore plus ou moins longtemps à son extrémité la touffe duveteuse qu'elle est venue remplacer. (Voyez Pl. I, fig. 1.)

Les grandes pennes, soit alaires, soit caudales, apparaissent en général les premières; et ce n'est que petit à petit que le corps entier arrive à se couvrir des plumes réelles qui vont constituer le premier plumage du jeune oiseau.

Toute plume comporte ordinairement :

1° Une *tige*, axe primaire ou central;

2° Des *barbes*, axes secondaires ou latéraux et rameaux de cette première;

3° Des *barbules*, axes tertiaires implantés dans ces dernières ou entre elles sur la tige;

4° Des *crochets*, appendices des barbules, axes quaternaires si l'on veut.

Chacune de ces parties, formée en général de segments mis bout à bout, est toujours composée comme suit : à l'extérieur, d'un *épiderme* à cellules plates et irrégulières; en dessous d'une couche plus ou moins épaisse de *substance corticale* formée de cellules allongées ou fibres minces; et au centre d'un *axe médullaire*, tantôt continu et tantôt segmenté, formé de cellules pigmentées régulières, polygonales ou arrondies.

Outre le duvet et les plumes, la plupart des oiseaux portent, vers les narines ou quelquefois aux pattes, des plumes dites piliformes qui rappellent, comme le nom l'indique, les poils de bien des animaux; qu'elles soient des tiges privées de leurs barbes ou rameaux, ou des tiges et des barbes dépourvues de leurs barbules.

Quelques-uns, comme le Jaseur *(Bombycilla Garrula)* présentent à l'extrémité de quelques rémiges des développements cornés et colorés

que nous montrerons plus tard n'être probablement que des barbes conglomérées ensemble. D'autres espèces présentent des épines ou défenses qui, composées également de la jonction de plusieurs plumes réunies par l'extravasion de la matière pigmentaire constituante, rappellent étonnamment la construction, aux dépens des poils, des cornes du Rhinocéros, par exemple.

Sans vouloir chercher maintenant à présenter les ressemblances et dissemblances qui se voient entre les plumes et les poils; je tiens pourtant à signaler ici qu'il existe certains rapports de forme entre le duvet des oiseaux et les poils de certains petits mammifères; aussi bien qu'entre les grands poils et la bourre de quelques autres mammifères et les tiges ou les barbes de beaucoup d'oiseaux.

Le prof. Kolenati [1], dans un mémoire sur les Chauves-souris d'Europe, décrit et représente les poils de bien des espèces, et attribue à des tours de spire certaines annelures que l'on ne peut observer qu'au microscope.

L'analogie frappante qui existe sur ce point entre le poil de nos Chéiroptères et le duvet plumaire de la plupart des Passereaux avait déjà été observée par Heusinger [2], qui fut, je crois, l'un des premiers à la signaler. Mais, tout en reconnaissant la justesse de cette comparaison, j'observerai cependant que je ne crois pas que l'on doive reconnaître des tours de spire partout où l'on découvre des renflements superposés; car j'ai trouvé bien rarement, soit dans les barbes, soit dans les barbules, une spire réelle ailleurs qu'à la base.

Holland [3], dans une thèse qu'il publia en 1864, pousse du reste encore plus loin cette comparaison intéressante et cite un grand nombre d'exemples qui m'écarteraient trop de mon sujet.

Nous avons vu comment la plume remplace le duvet, et signalé aussi en quelques mots les rapports qui existent entre ces deux parties; exa-

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Europäischen Chiroptern, von Prof. Dr Kolenati. *Allg. deutsche naturhistor. Zeitung*, 1857.

[2] Heusinger. *Froriep.* Not. IV, 7, p. 105.

[3] Dr Theod. Holland. Pterologische Untersuchungen. *Journal für Ornithologie*, vol. XII, Heft 3, 1864.

minons maintenant brièvement la croissance de la plume, pour autant que le nécessite la question qui doit nous occuper.

Mais, avant d'aller plus loin, faisons encore quelques remarques qui trouvent ici leur place.

Premièrement, il faut distinguer dans les crochets, les vrais axes quaternaires parties intégrantes de chaque segment constituant de la barbule, et des feuillets ou filets recourbés, simples écorcements de la matière corticale que nous expliquerons plus loin. Ces appendices très-variés de forme servent quelquefois, ainsi que les barbules elles-mêmes, à maintenir les différentes barbes rapprochées. Ils sont très-abondants et très-longs chez beaucoup d'oiseaux aquatiques, où ils peuvent servir peut-être à protéger le plumage contre l'eau en le maintenant plus serré, par le fait de leur disposition très-irrégulière et de l'enchevêtrement qui en résulte naturellement.

Secondement, la première plume du jeune oiseau n'est pas toujours construite exactement comme celle qui le suivra. Ses barbes sont plus déliées et plus distantes, et ses barbules possèdent souvent moins de crochets; elle devient par ce fait plus duveteuse et acquiert plus de souplesse ainsi qu'un aspect plus soyeux, je dirai même plus échevelé. Cette particularité n'est très-évidente que chez les oiseaux dont le duvet peu fourni est promptement sessile, par conséquent chez les Passereaux surtout.

Troisièmement, ce n'est pas le plus souvent à une asymétrie ou au manque de barbules ou de crochets sur un côté qu'il faut attribuer, comme on l'a fait quelquefois, la mollesse et la souplesse des plumes des oiseaux nocturnes; c'est bien plutôt à un grand nombre de plumes entièrement duveteuses, à une plus grande séparation des barbes et des barbules chez quelques autres plumes, et surtout enfin, à la forme curieuse des barbules internes supérieures sur les rémiges. Ces barbules sont, en effet, longues, effilées et un peu sinueuses comme dans quelques rémiges d'autres oiseaux; mais elles sont surtout couvertes d'une multitude de crochets latéraux longs, fins et régulièrement distribués, qui les rendent semblables à une barbe de duvet munie de ses barbules. (Voyez

Pl. I, fig. 6, la face supérieure d'une section de rémige du *Strix Aluco*.)

Beaucoup d'auteurs ont étudié le développement de la plume, et, depuis Cuvier, plusieurs ont publié des observations de tous genres, mais souvent contradictoires.

De même que les poils et la plupart des développements pauciers, les plumes prennent naissance, comme nous l'avons dit, dans le corium, pour sortir ensuite au-dessus de l'épiderme.

Sur un jeune oiseau, encore dans sa coquille, Engel nous a montré déjà les places déterminées où les plumes doivent apparaître, et, étudiant le développement de ces parties déjà distinctes par leur coloration, il nous a fait observer dans la peau des lignes sur lesquelles doivent se développer les gaînes des plumes à venir. Il nous désigne, ensuite, comme premier rudiment de la plume et de sa gaîne, des cellules mères qui s'isolent et se développent petit à petit sur ces lignes. La gaîne qui entoure de tous côtés la plume croît et s'allonge donc à mesure que l'organe qu'elle doit protéger augmente ses proportions; jusqu'au moment où, percée, comme nous le verrons, à sa partie supérieure par la plume assez forte déjà, elle cesse de croître et tombe en grande partie.

La cellule première se subdivise en beaucoup de plus petites dont quelques-unes s'accumulent en un bulbe basilaire, tandis que plusieurs se rangent sur la périphérie et d'autres sur le centre.

La gaîne qui enveloppe de toutes parts ces premiers matériaux présente cependant à sa base un orifice, appelé ordinairement *ombilic inférieur*, par lequel des vaisseaux sanguins apportent à toutes ces parties les différents éléments qui doivent servir à leur développement progressif.

La substance plastique pigmentée se forme peu à peu, et les cellules qu'elle engendre se disposent au fur et à mesure à leurs places respectives, allongeant graduellement ce premier rudiment qui, muni de son enveloppe, s'avance obliquement du derme sous l'épiderme.

Les cellules pigmentées constituantes, polygonales ou arrondies, et munies d'un noyau, s'arrangeant par séries, composent sur le pourtour

les barbes et les barbules, et au centre la tige isolée ou l'axe de la plume.

A mesure que les cellules qui doivent constituer la couche corticale se développent et se groupent, leur nucléus disparaît en partie et elles s'allongent pour prendre d'ordinaire une forme plutôt fibrillaire.

Mais ce n'est qu'après un développement assez avancé que toutes les parties, séparées d'abord, parviennent à s'unir et se rejoindre.

Le professeur Engel admet que, pour en arriver à ce point, la croissance se fait à la partie supérieure par dédoublement d'une cellule première, sans que rien soit changé dans les cellules qui composent la base du bulbe.

Le Dr Réclam[1] semble plutôt croire que, la croissance se faisant par le bas, les parties qui croissent poussent devant elles celles qui sont déjà plus développées. Le fait est que l'espèce de lymphe, ou la substance créatrice quelconque, arrivant par la base, baigne tout l'espace compris dans la gaîne, et que les parties les plus extrêmes qui doivent apparaître les premières soutirent plus abondamment les principes qui leur permettront de se former plus vite aux dépens des inférieures.

C'est ici que Fréd. Cuvier[2] admettait deux membranes striées pour servir, contre la paroi interne de la gaîne, comme d'enveloppes conductrices, ou de filtres pour les barbes et les barbules. Mais dans des études bien plus récentes, ni le Dr Réclam, ni le professeur Engel, ni le Dr Holland, ni bien d'autres avec moi n'ont pu retrouver jamais ces membranes supposées; et je m'explique bien plutôt ces apparences par les fines stries que le premier de ces anatomistes nous a montré imprimées par les barbes sur les parties, molles encore, qui les enveloppaient, et par la dessication et la déposition en petits feuillets de la matière plastique intérieure desséchée.

En un mot, nous observons dans la plume un mode de développe-

[1] Carolus Reclam. De plumarum pennarumque evolutione. Lipsiæ, 1846.

[2] Fréd. Cuvier. Observations sur la structure et le développement des plumes. *Mém. du Musée d'hist. natur.*, tome XIII.

ment et une structure qui présentent moins de différences que l'on aurait pu le croire de prime abord avec ce qui se voit dans la formation du poil.

Cependant la plume et sa gaîne fermée encore à son extrémité supérieure transpercent l'épiderme et s'avancent ensemble plus ou moins loin suivant les différents oiseaux et les différentes places du corps. L'importance de l'organe qui doit se développer et la solidité qu'il doit conserver plus tard nécessitent pour lui, soit une implantation plus profonde dans les téguments, soit une protection plus prolongée par l'allongement plus grand de la gaîne. Tandis que les plumes prennent naissance plus ou moins profondément dans l'intérieur de la peau, nous voyons les pennes et surtout les rémiges s'implanter jusque sur l'os, et, conservant bien plus longtemps leur enveloppe protectrice, se munir même à leur base de quelques petits muscles pauciers qui les étreignent de tous côtés.

Toutefois, l'extrémité de la plume croissante a pris assez de solidité pour percer maintenant le bout antérieur de sa gaîne, et c'est alors que nous voyons paraître au jour les barbes et les barbules extrêmes de la plume parfaite, enroulées d'abord sur leur axe, mais se développant bientôt en pinceau par le fait de leur élasticité et de leur dessèchement. *Elles sont colorées comme doit l'être l'extrémité de la plume adulte et ont reçu déjà tout le pigment qu'elles doivent tirer jamais du corps.* A partir de ce moment, la croissance continue au fur et à mesure comme nous l'avons expliqué, et la plume s'allonge tandis que chacune de ses parties nouvelles reçoit avant de sortir de la gaîne tous les éléments colorants qu'elle doit montrer ensuite.

Plus tard les vaisseaux sanguins se sont oblitérés, la lymphe créatrice qui a subsisté encore quelques temps a disparu petit à petit, l'ombilic inférieur s'est couvert d'un opercule, la gaîne inutile est tombée par feuillets jusqu'au niveau de la peau, et nous voyons alors que la pulpe constituant l'âme de la plume s'est peu à peu desséchée, du sommet à la base, mais d'une manière plus ou moins complète suivant les différentes plumes.

La plume qui a fini son développement est tombée dans un état de mort apparente, et, quoique bien souvent elle ne reçoive plus rien directement du corps, nous verrons qu'elle n'en est pourtant pas complétement indépendante.

CHAPITRE II

Des mues réelles ou par renouvellement.

Après avoir traité très-succinctement ce qui a rapport à la croissance du duvet et de la plume, ainsi qu'au remplacement de l'un par l'autre; examinons encore brièvement, dans ce second chapitre, tout ce qui concerne ce que nous appelons mue réelle, soit chute et crue nouvelle de plumes entières. Et, puisque notre but est de nous occuper spécialement des changements qui s'opèrent dans une même plume, parcourons rapidement les changements, bien plus simples et bien plus faciles à comprendre, qu'amène un renouvellement total ou partiel du plumage d'un oiseau.

Chacun a remarqué qu'une espèce, qu'un seul oiseau même, se présente sous divers aspects suivant son âge, son sexe, la saison et même les localités. Beaucoup de ces diverses livrées, et souvent les plus frappantes, sont dues à une mue véritable et soumise à différentes influences soit internes, soit externes.

Le petit oiseau, quel qu'il soit, qui perd son duvet et prend son premier plumage, reçoit dans ses premières plumes une dose d'un certain pigment qui ne pourra lui fournir jamais que certaines livrées propres au jeune âge; mais, à une première mue plus ou moins proche suivant les familles, ce jeune oiseau va recevoir, à l'intérieur de nouvelles plumes, une autre dose d'un nouveau pigment qui, différemment élaboré, lui permettra d'atteindre une livrée nouvelle.

C'est ainsi qu'un mâle et une femelle recevront à la fois une pigmentation intérieure différente ou qui, si elle est semblable d'abord, produira

plus tard, comme nous le verrons, des apparences différentes par le fait de doses et de propriétés diverses. Le Dr Holland[1] croit que les femelles présentent une coloration moins brillante, parce que leurs organes de génération enlèvent trop de principes au sang; et il cite que de vieilles femelles qui ne pondent plus arrivent à prendre bientôt un plumage analogue à celui des mâles.

C'est par le même procédé d'un apport pigmentaire toujours nouveau dans une nouvelle plume que l'oiseau obtiendra, plus ou moins vite, sa livrée d'adulte; mais, arrivé enfin à un âge avancé, il ne recevra plus à chaque mue qu'une même dose d'un même pigment pour présenter toujours une coloration semblable.

Cependant ces mues, plus ou moins rapprochées suivant les espèces, sont totales ou partielles, et le renouvellement des plumes suit alors une marche tantôt régulière et tantôt irrégulière, mais très-variable toujours, même dans une espèce unique. Dans une famille, dans un seul genre même, certaines espèces ont une mue simple pendant que d'autres ont une mue double.

La mue de la fin de l'été ou d'automne est la vraie mue, la mue générale et la plus entière; tandis que celle du printemps, d'ordinaire seulement partielle, est plus ou moins complète suivant que telle coloration nouvelle ne peut pas se déduire dans certaines plumes par modification ou développement de l'ancienne. Ainsi, beaucoup d'espèces de divers ordres ne possèdent qu'une mue simple ou d'automne; pendant que d'autres de différentes familles présentent en sus une mue de printemps dite double, plus ou moins complète. Le Tichodrome, par exemple, parmi les Passereaux, ne change guère de plumes au printemps qu'à la gorge, tandis que le Lagopède, parmi les Gallinacés, change au contraire une bonne partie des plumes de tout son corps.

Enfin, beaucoup d'oiseaux prennent encore, le plus souvent à la tête ou au cou, des plumes nouvelles et extraordinaires qui, purement destinées à orner leur plumage de noces, croissent au printemps sous l'in-

[1] Zur Entwickelungsgeschichte der Federn, von Dr Holland. *Journal für Ornithologie*, vol. VIII, 1860.

fluence d'une inflammation locale des téguments, surexcitée, suivant Severtzof[1], par l'azote contenu dans l'air.

De nombreuses observations exactes et comparées pourront seules établir ici une distinction réelle entre ces différentes mues. Un changement de plumes se faisant rarement d'une manière bien régulière, on trouve très-souvent des états intermédiaires qui embrouillent la détermination de l'étendue de la mue et de son époque, ainsi que des mues que j'appellerai éparses, c'est-à-dire un renouvellement de plumes à des places irrégulières et à des époques indéterminées, que ce soit un fait naturel ou un fait accidentel. Nous en savons cependant assez pour pouvoir tirer facilement de ces quelques observations des conclusions probables, soit sur les causes de ces renouvellements, soit sur leur but et la détermination de leurs époques.

Lorsqu'une plume, soumise pendant un temps plus ou moins long à différentes influences externes, a éprouvé les diverses modifications qu'elle était destinée à subir, les efforts qu'elle a faits pour la manifestation de quelques phénomènes que nous étudierons plus loin, la laissent dans un état de détérioration progressive. Cette détérioration, jointe au fait que le peu qu'elle obtenait encore du corps se reporte alors sur une création nouvelle, la plonge dans un état de mort de plus en plus réelle. Elle doit tomber, inutile dès lors, et chassée d'ordinaire par celle qui, venant la remplacer, pousse sur la même base et suit le même chemin.

Une curieuse exception qui prouve bien que la nouvelle plume qui croît s'aide à chasser l'ancienne qui meurt, est un fait singulier qu'a observé et que m'a cité M. G. Lunel; on lui a apporté, en effet, il y a quelques années, un Chardonneret *(F. Carduelis)* qui, mort en cage, présentait pour ainsi dire des ailes doubles, soit deux rangées de rémiges à chaque membre. Evidemment, il s'était passé un fait analogue à ce

[1] Mikroskopische Untersuchungen über die Verfärbung der Federn zum Hochzeitskleide bei einigen Vögeln, nebst Betrachtungen über das Verhältniss derselben zur Mauser, von N. Severtzof. *Bulletin de la Société royale de Saint-Pétersbourg*, mai 1863.

qu'on voit quelquefois pour les dents, l'organe inférieur croissant avait dévié de sa route pour venir se placer à côté de l'ancien qui, n'étant pas chassé, pouvait subsister encore quelque temps.

La nouvelle plume offre des conditions de coloration et de protection que la précédente n'était plus capable de fournir.

En automne, une plume neuve, plus longue par le fait qu'elle n'est pas encore usée, protége mieux l'oiseau contre les froids qui s'annoncent; et, au printemps, en cas de mue partielle ou double, de nouvelles plumes plus brillantes sont destinées à composer sa livrée de noces. L'oiseau, comme toute la nature, se pare pour la saison des amours, et, ne pouvant pas toujours reteindre et rafraîchir ses vieux habits, il les change contre des habits nouveaux, se couvrant même souvent, comme nous l'avons dit, de gracieux ornements, tels qu'en portent les Chevaliers Combattants, par exemple.

Le but même de ces divers revêtements nouveaux semble en fixer les époques naturelles; mais il ne faudrait cependant pas croire que des lois immuables et sans exception régissent, ni l'époque de l'apparition d'une plume nouvelle, ni la qualité du nouveau pigment qui doit y être introduit, ni même l'allongement que cette plume pourra prendre; car une foule de conditions variables, internes ou externes, peuvent modifier ces différentes lois. C'est ainsi que j'ai vu dernièrement un *Turdus Viscivorus* chez lequel quelques plumes caudales mesuraient jusqu'à un pouce de plus que leurs dimensions ordinaires.

C'est également à cause de cette variabilité de conditions que nous voyons une plume arrachée accidentellement, remplacée très-vite par une nouvelle dont l'apparence varie suivant l'état de l'oiseau. Quelquefois, recevant dans son intérieur une bonne partie du pigment qui ne devait lui être dévolu qu'à la mue prochaine, cette plume nouvelle offrira une coloration plus âgée que la précédente. D'autres fois, n'obtenant du corps que fort peu de substance colorante, cette plume se montrera presque blanche. D'autre fois encore, recevant, sous l'influence d'une nourriture anormale, une pigmentation qui lui est étrangère, elle pré-

sentera une couleur anormale aussi; ainsi que l'on peut le remarquer, par exemple, sur le vertex du *Fringilla linaria* qui devient en captivité, après la mue, presque toujours jaune au lieu de rouge; et comme j'ai pu le voir sur un *Pyrrhula vulgaris* que je conservais en cage pour mes observations, et chez lequel des plumes que j'avais arrachées à la poitrine ont été bientôt remplacées par d'autres qui, au lieu d'être entièrement rouges, montraient une large frange externe d'un noir profond. L'on pourrait même, en arrachant les plumes pour multiplier les mues par renouvellement en même temps que l'on ferait varier les conditions externes et la nourriture, obtenir assez vite des variétés à peu près parallèles à celles que produisent plus lentement une végétation et un climat différents. Cependant cette expérience ne peut durer longtemps sur un même individu, car une plume trop souvent arrachée à des époques trop rapprochées finit par ne plus repousser que blanche ou d'une teinte uniforme, soit à cause d'un épuisement du sang, soit surtout à cause de lésions dans les téguments produites par des arrachements trop précipités.

CHAPITRE III

Coloration et mue ruptile.

Abordons maintenant plus directement la question et arrivons au but principal de notre travail, les changements si discutés de coloration sans mue réelle chez un oiseau, ou les variations de coloration dans une même plume.

Nous avons vu que, lorsque la plume a atteint sa taille naturelle et que sa gaîne externe l'a abandonnée, la moelle intérieure s'est desséchée déjà et qu'un opercule est venu fermer l'ombilic inférieur. Ce dessèchement et cette clôture sont d'autant plus complets que la plume est plus longue; mais, en tous cas, il n'y a plus aucun apport de sang à quelque époque que ce soit. Les recherches que j'ai pu faire moi-même à ce sujet sur

beaucoup d'oiseaux, ainsi que les observations signalées par plusieurs auteurs, comme celles de L. Martin [1] sur l'*Anas nigra*, démontrent bien évidemment que l'on ne retrouve jamais dans la peau à la base d'une plume desséchée, après son cru entier, ni l'espèce d'inflammation locale, ni la turgescence sanguine que l'on remarque toujours à la base d'une plume qui croît encore.

Ainsi Schlegel [2] n'émettait qu'une pure hypothèse quand, reprenant l'un des premiers la question que nous voulons traiter, il expliquait les changements si curieux de coloration à l'approche des nichées par une nouvelle vie dans la plume et un nouvel apport de sang et de pigment dans son intérieur. Toute la série de nos recherches prouve le contraire, et concorde complétement, sous ce point de vue, avec l'opinion de plusieurs observateurs que nous aurons l'occasion de citer plus loin, et qui, reprenant à leur tour le sujet, ont tous renversé de prime abord la théorie de ce premier auteur.

La plume une fois desséchée ne reçoit plus ni sang ni pigment du corps, pas plus qu'elle ne croît encore par sa base.

De petites diversités dans la structure de la plume, ainsi que de petites différences dans la quantité et la disposition du pigment préexistant jointes à un léger apport de graisse du corps, quelquefois par l'intérieur, le plus souvent par l'extérieur, doivent seules, sous l'influence de diverses conditions externes, donner lieu aux nombreux phénomènes que nous allons étudier.

Outre les variations de couleur produites par les mues, des changements de coloration s'opèrent, comme nous l'avons dit, dans les plumes de beaucoup d'oiseaux; s'effectuant quelquefois graduellement à partir déjà de l'automne, et se déclarant d'autres fois beaucoup plus rapidement, seulement à l'approche du printemps. La coloration lentement croissante des *Sturnus* et de quelques *Fringilles* nous fournit un exemple du

[1] Zur Verfärbung des Gefieders, namentlich von Anas nigra, von Leop. Martin. *Journal für Ornithologie*, vol. I, 1853.

[2] Sendschreiben an die am 6 Julius 1852 zu Altenburg versammelten Naturforscher, von Hermann Schlegel. *Naumannia*, vol. II, liv. 2, 1852.

premier de ces cas, et nous voyons un exemple du second dans l'apparition, souvent si prompte, d'une nouvelle coloration pour quelques parties du plumage de certains oiseaux, comme dans la calotte du *Larus ridibundus*.

Tandis que beaucoup de plumes sont renouvelées au printemps à la tête de ce Larus, plusieurs passent, en effet, très-vite du blanc au brun, en peu de jours même, comme Yarell[1] affirme l'avoir observé. Cependant ce sont les mêmes agents modificateurs qui produisent ces effets plus ou moins prompts suivant qu'ils sont employés en quantités plus ou moins fortes.

Deux phénomènes principaux se passent dans la coloration. *Le pigment intérieur se dissout et se répand, pendant que les parties extrêmes de chaque plume, tombant et laissant apparaître la nouvelle coloration qui s'est faite en dessous et près d'elles, montrent tout à coup une livrée nouvelle, pour ainsi dire latente auparavant.*

Mais il faut pour cela que la plume crue en automne possède déjà alors tous les principes colorants qu'elle doit manifester plus tard; et c'est justement ce qui a lieu, car nous retrouvons toujours dans une plume qui doit changer des dépôts pigmentaires disposés ou dans les barbes ou dans les barbules.

Tantôt les plumes ne possèdent leur couleur d'automne qu'à leurs extrémités qui doivent tomber, et montrent déjà plus bas une autre teinte qui par diffusion doit amener à la livrée de noces; et tantôt, d'une teinte uniforme, soit blanches, par exemple, et devant devenir brunes ou noires, elles déguisent cependant sous une épaisseur de substance corticale le pigment foncé qui doit se répandre et les colorer au printemps.

M. Scherer[2] a analysé le tissu de la plume, et l'a trouvé composé de même dans la tige et dans les barbes, soit de :

[1] Observations on the laws which appear to influence the assumption and changes of Plumage in Birds, by William Yarrell, Esq. F. L. S. Z. *S. Transact. of the Zoolog. Society of London*, vol. I, 1835.

[2] Scherer. Traité de chimie générale de Pelouze et Fremy.

	Barbe.	*Tuyau.*
Carbone	52,470	52,427
Hydrogène	7,110	7,213
Azote	17,682	17,893
Oxygène . . . . } Soufre . . . . . }	22,738	22,467

Le baron de Müller[1], considérant le carbone comme le principal élément colorant des plumes, s'explique le fait de la coloration en général plus claire chez les oiseaux des pays froids, par la raison que l'animal emploie, en vivant dans une température basse, plus de carbone pour le maintien de sa chaleur intérieure, et qu'ainsi il en reste, pour ainsi dire, moins d'applicable à la coloration. Nous verrons dans la suite ce qu'il peut y avoir de vrai dans cette explication.

Les pigments des plumes ont été isolés et étudiés par A. Bogdanow[2], qui les a classés différemment suivant leurs couleurs, et divisés en deux suivant qu'ils sont solubles dans l'alcool et l'éther ou dans l'ammoniaque et la potasse.

Ce n'est pas cependant par l'étude seule de ces différents principes séparés de la plume elle-même que nous pourrons fournir ici la solution de la question, ni expliquer d'une manière naturelle l'apparition de diverses colorations que l'œil nu est incapable de faire seulement pressentir.

Il m'a fallu, en effet, une longue série d'observations attentives, faites au miscroscope avec d'assez forts grossissements, pour parvenir à distinguer toujours ce que j'appellerai *la couleur latente dans les plumes en voie de coloration*, et *la couleur apparente dans les plumes colorées*. La première consistant en granules pigmentaires non dissouts, isolés ou groupés, mais confinés ordinairement dans les centres des différentes parties de la plume jusqu'à ce qu'ils servent à une nouvelle coloration; et la seconde consistant, par contre, en une coloration répandue dans la

[1] Des changements qui s'opèrent dans la coloration des oiseaux, par le baron J. W. de Muller. *Revue et Magasin de zoologie*, 2me série, vol. VII, 1855.

[2] Étude sur les causes de la coloration des oiseaux, par A. Bogdanow. *Revue zoologique*, vol. X, 1858.

substance corticale de ces mêmes parties, et provenant, ou d'une solution antérieure d'autres granules pigmentaires, ou de la solution subséquente de ces dépôts que nous avons dits latents. (Voyez Pl. I, fig. 7 *c* et 8 *b*, et Pl. II, fig. 1 *d* et *e*, et encore Pl. III, fig. 13 *e* et *f*.)

Une nouvelle couleur, ou bien ne tranchera pas avec l'ancienne et sera seulement un dérivé de celle-ci par une plus grande solution interne, ou bien tranchera complétement, et il y aura alors, comme nous le verrons plus loin, extravasion de l'ancienne couleur et solution de la seconde.

Ces faits premiers constatés, voyons maintenant quels sont les agents modificateurs dont nous avons parlé plus haut.

Les principales conditions extérieures qui peuvent influer sur l'oiseau et ses plumes semblent être, avant tout, *la lumière, la température* et *l'humidité de l'air ambiant.*

Sous l'influence d'une lumière plus intense et d'une température plus élevée, les oiseaux qui habitent les pays méridionaux montrent, le plus souvent, des couleurs plus vives, et muent même plus vite que ceux qui habitent le nord, comme le signalent quelques auteurs. Sans aller si loin, la même chose ne se présente-t-elle pas dans notre pays, et ne voyons-nous pas souvent en Suisse les espèces qui habitent nos Alpes, et sont par conséquent soumises à une température plus basse, soit nicher, muer ou se colorer plus tard que celles qui restent dans nos vallées basses, soit présenter aussi d'ordinaire des colorations moins brillantes.

Du reste, chacun est à même de remarquer qu'un oiseau gardé en captivité et soustrait en partie aux influences normales extérieures n'atteint jamais aussi complétement à la perfection de son plumage qu'un individu libre. Nous verrons plus loin la nécessité de l'humidité avec la manière dont influent la lumière et la chaleur.

Mais je ne veux pas restreindre les influences aux agents externes, et je reconnais volontiers, avec Martin et plusieurs autres auteurs, que l'approche de l'époque des amours, la nourriture et l'état sanitaire de l'oiseau sont aussi des conditions à prendre en sérieuse considération. Ces

secondes conditions internes venant à varier, l'influence des premières externes ne produira plus les mêmes résultats. Il est bien probable qu'il se produit dans le corps de l'oiseau qui va entrer en rut, peut-être sous l'influence d'une nourriture qu'il prend alors plus abondamment, une surexcitation de certaines fonctions vitales qui, en même temps qu'elle peut élever légèrement la température interne, peut aussi augmenter l'abondance de certaines sécrétions dont nous montrerons bientôt l'utilité.

En outre, il est évident que la qualité des aliments et la quantité d'exercice que peuvent prendre les oiseaux, en influant sur leur état sanitaire, peuvent faire varier encore, soit la nature et la dose du pigment qu'ils reçoivent s'il y a double mue, soit la température interne et les sécrétions nécessaires s'il n'y a que coloration.

Ainsi, plus un oiseau captif sera mis dans des conditions d'atmosphère, de mouvement et de nutrition semblables à celles qu'il aurait en liberté, plus il prendra aussi un plumage parfait, parce que son sang, en bon état à la mue d'automne, pourra fournir à ses plumes un pigment semblable à celui que lui fournirait son corps à l'état libre, et que les conditions d'atmosphère et de mouvement permettront mieux, et la solution de son pigment inhérent, et certains développements que nous allons étudier dans quelques parties.

Je prends maintenant un oiseau quelconque dont la coloration change sans mue, et je suis avec attention les modifications successives qui s'opèrent dans ses plumes; seulement, la grande variété de construction des différentes plumes chez les différents oiseaux me force à rester encore dans les généralités, car, si je choisissais déjà une espèce particulière pour exemple, je ne pourrais réellement pas déduire de l'une à toutes, comme le fera facilement comprendre l'étude du chapitre suivant.

Voici donc deux plumes de la même partie d'un même oiseau, l'une, d'automne, uniforme ou bigarrée, pourvue de teintes sombres ou claires, mais comparativement faibles et peu éclatantes; l'autre, du printemps, munie de couleurs beaucoup plus accentuées et brillantes.

Je place la plume d'automne sous le microscope, et l'étudiant avec des grossissements variés suivant les circonstances de 80 à 300 environ, je remarque dans ses tissus deux états dont j'ai parlé plus haut, une coloration plus ou moins forte, transparente et répandue, et un dépôt interne plus ou moins considérable de granules pigmentaires non dissouts.

J'examine ensuite la plume du printemps, et j'y vois, non-seulement une coloration beaucoup plus intense et répandue; mais encore des dépôts internes diminués de beaucoup, disparus même complétement dans certaines parties extrêmes, comme dans quelques barbes ou quelques barbules.

Le pigment a été dissout dans l'axe et répandu en abondance dans la substance corticale environnante; quelques parties ont pris même un grand développement dans leurs proportions.

Comment cela s'est-il passé? — Nous avons dit qu'il est impossible d'admettre, comme Schlegel, une vie nouvelle et un apport coloré nouveau dans la plume, pas plus que le rétablissement d'une circulation sanguine interne, ou même la résurrection dans les parties qui se colorent de vaisseaux sanguins à demi morts, ainsi que le suppose Gloger[1]. Le microscope, en effet, ne permet jamais d'y voir autre chose que le tissu constituant plus ou moins désséché.

Nous ne pouvons pas davantage accepter l'hypothèse de Weinland[2] qui, sans vie nouvelle, fait arriver du corps dans la plume, au moment de la coloration, une graisse colorée, capable de teindre la plume en s'y répandant, ou de la décolorer sous certaines influences en se retirant sous la peau.

Nous ne devons pas non plus, ce me semble, faire avec Severtzof[3] la supposition bien vague qu'un principe étranger extérieur, l'ozon, par exemple, pénètre la plume et dissolve en elle le pigment pour lui per-

[1] Andeutung für die Physiologen in Betreff der Verfärbung des Gefieders. Dr Gloger. *Journal für Ornithologie*, vol. I, 1853, p. 212.

[2] Zur Verfärbung der Vogelfeder ohne Mauserung, von Dr D. F. Weinland. *Journal für Ornithologie*, vol. IV, 1856.

[3] Severtzof. *Bulletin de la Société royale de Saint-Pétersbourg*, mai 1863.

mettre de pénétrer par endosmose toutes les différentes parties à colorer.

Cependant il y a plus ou moins de vrai dans ces deux dernières théories. Weinland suppose avec raison l'apport d'une graisse nouvelle et nécessaire à la coloration; mais il a tort de faire de cet élément nouveau un principe coloré, car alors comment la coloration commence-t-elle presque toujours près de l'extrémité d'une plume plutôt qu'à sa base; et il a tort aussi de supposer que cette même graisse puisse rentrer tout à coup dans le corps, pour expliquer certains cas, comme celui de l'Etourneau privé qu'il cité être devenu instantanément blanc après avoir échappé aux griffes d'un chat [1].

Severtzof a grandement raison de considérer la couleur comme préexistante, et de chercher à s'expliquer la coloration par des phénomènes d'un ordre purement physique; mais il aurait mieux fait, peut-être, de ne pas proposer comme agent extérieur l'ozon qu'il ne peut pas même prouver capable de dissoudre son pigment.

J'ai pour ma part cherché à reproduire toujours artificiellement les différents effets que j'attribuais, hypothétiquement d'abord, à telle ou telle cause; et je n'ai admis jamais, comme agent influent, tel principe ou telle condition, sans avoir auparavant obtenu par son moyen un résultat analogue à celui que je pouvais observer dans la nature. De plus, je me suis toujours servi du microscope pour étudier et comparer les effets produits par mes expériences.

Ainsi, remarquant d'abord que chez beaucoup de plumes les barbes ou les barbules étaient plus dilatées ou plus épaisses dans certaines parties au printemps qu'en automne, et supposant que cette différence d'état pouvait provenir de l'influence de l'humidité prolongée sur la substance corticale, j'ai soumis diverses plumes à une humidité plus ou moins

[1] J'ai de la peine à croire cet exemple très-authentique, car j'ai vu, non pas un, mais beaucoup d'oiseaux supporter les transes les plus terribles sans changer le moins du monde de couleur. Cependant, comme je sais très-bien que ces cas d'albinismes si prompts s'observent quelquefois chez l'homme après quelques heures d'angoisses, je ne veux pas nier ce fait que je pourrai peut-être expliquer plus ou moins, sans vouloir établir sur ce point une comparaison exacte entre les plumes et les poils.

grande, et j'ai obtenu des résultats qui, s'ils n'étaient pas toujours aussi frappants que dans la nature, me faisaient cependant découvrir l'explication d'une série de faits qui trouveront petit à petit leur place.

Des plumes de l'Etourneau *(Sturnus Vulgaris)* et de la Linotte *(Fringilla Cannabina)* que je soumis à l'influence de l'humidité, disposées les unes sous l'eau, et les autres à ras sa surface, montrèrent bien vite un développement très-sensible de leur substance corticale, chez l'Etourneau surtout dans les barbules, chez la Linotte surtout dans les barbes. Au bout de vingt jours le pigment n'avait pas été dissout, ou du moins imperceptiblement. (Voyez Pl. I, fig. 7 et 8, les apparences d'une même barbule de l'Etourneau en automne, dans son état naturel, et après l'expérience du gonflement.)

L'influence de l'humidité trop prolongée, ou appliquée à trop fortes doses, nuit à la plume en dépouillant successivement ses différents axes de leurs enveloppes par trop dilatées; nous verrons dans quels cas cette détérioration est naturelle.

Après cela, cherchant quel pouvait être l'effet de la température interne ou externe, j'ai chauffé légèrement différentes plumes sur des plaques de verre, et reconnu petit à petit, soit l'influence de la chaleur sur le pigment évidemment gras, soit aussi la nature des principes dissolvants de cette matière colorante.

Je mouillai préalablement les plumes avec un peu d'eau, afin qu'elles adhérassent partout à la lamelle, puis chauffant graduellement, je remarquai, d'abord une très-légère extension de la coloration dans les tissus, puis, l'humidité s'étant évaporée, un dessin parfait des barbes et des barbules admirablement reproduites sur le verre par un dépôt graisseux. Mais, ne sachant si ce dépôt devait être attribué à la graisse externe que l'oiseau met souvent sur ses plumes avec son bec, je lavai soigneusement de nouvelles plumes avec de l'alcool et je recommençai un nouveau chauffage qui, produisant encore un dessin graisseux, me prouvait bien qu'outre le pigment coloré, encore dans la plume refroidie, la plupart des tissus contenaient aussi un peu de graisse incolore et latente.

Admettant la nature grasse des pigments, et sachant bien qu'une graisse dissout en général une autre graisse, je ne serais pourtant pas arrivé à l'idée que j'avais ici le vrai principe dissolvant, si je n'avais pas fait auparavant l'expérience du développement par l'humidité. Je me serais sans doute demandé pourquoi ces deux graisses, l'une colorée et l'autre incolore, ne se dissolvaient et ne se confondaient pas de suite sous l'influence unique de la température; mais je comprenais maintenant que la substance corticale était plus ou moins poreuse et que l'humidité, en distendant les tissus, établissait probablement des points de contact plus directs, soit par amincissement, soit par rupture de cloisons séparatrices.

En effet, la coloration se manifeste toujours en premier lieu dans les parties qui, les plus extrêmes, sont par conséquent les plus exposées à l'humidité et à la lumière, et cela d'autant plus vite que les bouts désséchés de la plume supérieure qui les protégeaient encore ont davantage disparu.

Cependant l'expérience me prouvait que la graisse préexistante interne ne pouvait pas suffire, et il me fallait trouver un apport, interne ou externe, de graisse nouvelle, qui, lentement ou promptement, pût pénétrer les tissus par l'intérieur ou l'extérieur.

Si je n'avais pu voir, comme le baron de Müller, la partie basilaire d'une plume se colorant, ramollie et remplie de liquide; j'avais du moins pu remarquer, comme Severtzof, que la tige, et surtout le tuyau inférieur d'une plume en voie de coloration, étaient souvent moins transparents que ceux d'une plume incapable de changement.

Je cherchai donc si, sans vie nouvelle et sans rétablissement de communications sanguines, il n'y avait pas un apport quelconque de graisse du corps, non plus, comme le supposait Weinland, de graisse colorée apportant la coloration, mais de graisse incolore venant seulement dissoudre le pigment interne.

Je me mis à étudier et comparer sous le microscope les tuyaux basilaires de différentes plumes en voie de coloration, et j'y remarquai tou-

jours beaucoup de cellules graisseuses incolores, soit dans le tissu même de ce tuyau, soit dans son intérieur et plus loin jusque dans la substance corticale des parties de la tige les plus voisines, soit encore à l'extérieur autour de la tige et de ses premières barbes, près de l'endroit où beaucoup de plumes présentent un étranglement bien accentué.

Cependant je ne pouvais reconnaître encore les voies que cette graisse devait suivre, et j'essayai de la dissoudre sous le champ même du microscope. Après avoir introduit une goutte d'éther sous l'objectif et entre les deux lamelles qui renfermaient ma plume, je vis, en effet, tout s'éclaircir bien vite par une beaucoup plus grande transparence des tissus. Je vis comme un canal circulaire extérieur s'ouvrant à la base de la tige et pouvant conduire probablement de la graisse entre les restes sous pauciers de la gaine et la paroi externe du tuyau; et j'observai, au dedans, des communications directes possibles entre le vide du tuyau et la large couche de substance corticale de la tige qui m'apparaissait alors comme une voie béante à la porosité. (Voyez Pl. I, fig. 9.)

Je parle ici des petites plumes dans lesquelles le dessèchement interne moins complet doit permettre plus facilement cette circulation graisseuse interne que chez les grandes plumes où la substance corticale devient avec le temps beaucoup plus opaque et cornée.

Mais toutefois, ne comprenant pas encore très-bien comment cette graisse pouvait cheminer au travers d'un tuyau en apparence fermé par plusieurs opercules consécutifs, je cherchai à m'expliquer le fait par la petite expérience suivante.

Je fis tremper, seulement par l'extrémité de leur tuyau basilaire, deux petites plumes dans une solution de carmin; l'une de ces plumes était intacte, mais j'avais dégarni la tige de la seconde de ses barbes sur la moitié de sa longueur.

Après 24 heures je vis que le carmin avait monté, soit à l'extérieur entre la gaîne et le tuyau, soit à l'intérieur au travers de l'âme desséchée et de ses disques superposés jusque dans la substance corticale. Chez la première plume intacte la coloration rose avait monté comparativement

peu haut dans la tige, parce qu'elle s'était répandue en suivant la substance corticale jusque dans les premières barbes et jusque dans la base de quelques barbules inférieures; mais, dans la seconde, elle s'était élevée environ trois fois plus haut dans la tige et jusqu'aux barbes, parce que, dépourvue en partie de ces dernières, elle n'avait pas divisé et distribué en route le liquide ascendant.

Que ce phénomène se passe par porosité ou capillarité, ou par endosmoses successives, il est bien permis de supposer, qu'avec un apport continu, la graisse poussée toujours en avant, ou bien parvienne quelquefois dans l'intérieur jusqu'aux extrémités des petites plumes, ou bien, sortant à l'extérieur, puisse s'étendre aussi partout en cheminant de proche en proche depuis la peau jusqu'aux dernières barbules.

Cependant rien ne prouvant encore que la graisse pût suffire à dissoudre le pigment interne, je commençai de nouvelles recherches.

Je me procurai une Linotte *(Fringilla Cannabina)* dont les plumes de la poitrine présentassent déjà un peu la coloration rose du printemps, et, après avoir délicatement enduit les barbes d'une de ses plumes avec un peu de la graisse liquide que contenait la glande sébacée de son croupion, je vis très-vite apparaître une coloration plus intense qui augmentait encore avec un très-léger chauffage. Cette coloration n'était point fugitive comme celle que produit la graisse sur un corps coloré quelconque, ou que produit même l'eau sur une plume quelle qu'elle soit; elle resta fixe, intense et brillante après plusieurs lavages à alcool et un desséchement complet.

Je refis la même expérience sous le microscope avec l'une des plumes vertes du croupion du Pinson *(Fringilla Cœlebs)*, et je vis encore la coloration se répandre et augmenter très-rapidement sous mes yeux.

Puis, opérant simplement avec de la fine huile d'olive sur différentes plumes de plusieurs oiseaux, je vis toujours, en chauffant très-légèrement, la coloration augmenter d'autant mieux et plus vite qu'elle était auparavant à l'état latent, ou encore en granules. Je ne parvins cependant jamais à la perfection de la nature, car je n'agissais que durant une ou deux mi-

nutes, au lieu d'agir pendant des mois ou des semaines[1], et je n'employais pas toujours un dissolvant naturel propre à l'espèce.

L'enduit graisseux, quand il est externe, ralentit, mais n'empêche pas l'effet de l'humidité, par le fait qu'il ne recouvre pas toutes les parties à la fois et que, très-vite absorbé ou enlevé par frottement, il permet souvent le contact de l'humidité. Je n'ai jamais dégagé de leur graisse externe les plumes que j'ai fait gonfler artificiellement par l'humidité; l'oiseau lui-même n'est-il pas, du reste, obligé de reporter très-souvent de la graisse à ses plumes avec son bec pour éviter les effets délétères de l'humidité prolongée.

Toutes les fois que je laissais un peu dans l'huile, ou que je chauffais légèrement une plume graissée quelconque, j'obtenais, après une augmentation de la coloration, une décoloration plus ou moins complète que j'expliquerai plus loin.

J'ai cherché à éclaircir jusqu'ici les divers phénomènes exclusivement pour les petites plumes; mais comment la graisse pourrait-elle pénétrer partout dans les pennes ou les rémiges.

Je citerai ici seulement deux faits bien connus qui me semblent suffire à répondre d'une manière satisfaisante à cette question :

D'abord, il s'opère toujours beaucoup moins de changements dans les rémiges et les pennes caudales que dans les autres plumes du corps; ensuite, l'oiseau qui fait sa toilette, et semble peigner chacune de ses plumes, manque rarement, quand il en arrive aux grandes plumes, de passer successivement dans son bec, et sur toute leur longueur, chacune de ses rémiges et chacune de ses pennes, prenant régulièrement auparavant sur son croupion de la graisse qu'il leur met.

Si un changement de coloration ne commence pas pour une rémige régulièrement vers son extrémité, comme c'est l'ordinaire pour les pe-

[1] J'observai aussi que l'huile, et surtout la graisse de l'oiseau, dilatait quelquefois un peu la matière poreuse de la substance corticale; mais cet effet si faible ne peut faire attribuer le rôle de développement à la graisse dissolvante, car elle produit ordinairement, comme nous le verrons, sur son passage des effets tout opposés.

tites plumes, c'est qu'elle est exposée à l'air sur un beaucoup plus grand espace que ces dernières.

Et, si la coloration semble quelquefois ne pas marcher très-régulièrement, chez une petite plume, de la périphérie au centre, c'est que, pour une raison accidentelle, telle partie, ou bien aura été plus exposée à l'humidité et à la lumière, ou bien aura été plus vite pénétrée par la graisse.

La glande graisseuse des oiseaux se montrant d'ordinaire plus développée à l'approche des amours, et souvent plus grosse aussi sur un individu libre que sur un captif[1], ne pouvons-nous pas penser que l'oiseau qui fait sa toilette ne se borne pas seulement à arranger des plumes en désordre, mais les enduit aussi d'un principe qui doit, non-seulement les préserver d'une influence trop forte de l'humidité, mais encore en rehausser le coloris et leur conserver une souplesse nécessaire.

Cette glande huileuse est, en général, plus développée chez les oiseaux aquatiques, et, en protégeant leurs plumes du contact direct de l'eau, elle ne fait que remplir pour eux, à un degré plus élevé, l'un des mêmes buts qu'elle présente chez tous les autres oiseaux.

La graisse externe est absorbée par les barbules et les barbes, et, pénétrant par endosmose ou capillarité dans les tissus plus ou moins poreux, elle va remplir les espaces qui n'en contenaient pas encore; rencontrant des voies facilitées par le gonflement de l'humidité, elle dissout petit à petit le pigment gras inhérent.

Nous verrons plus loin qu'il y a même souvent comme un échange de graisse entre l'extérieur et l'intérieur de la plume.

Plus un oiseau est gras et bien portant, plus il est aussi d'ordinaire brillamment coloré; chez les Flammants (*Phenicopterus Roseus*), par exemple, la couleur rose est d'autant plus intense que l'individu est plus gras.

Un grand froid arrête souvent la mue, et ralentit aussi beaucoup le développement de la coloration. C'est en ce sens que le baron de

[1] Sauf dans certains cas morbides où la dite glande, ou bien se dessèche par oblitération, ou bien se tuméfie au contraire par inflammation.

Müller avait raison quand, en parlant simplement de carbone au lieu de graisse, il signalait qu'un oiseau, employant par le froid davantage de carbone pour sa respiration, il en pouvait livrer moins à sa coloration.

Ainsi donc, sous l'influence, d'abord d'une humidité tour à tour absorbée et évaporée, comme agent développant préparateur, puis de la graisse du corps comme dissolvant, puis enfin de la température et de la lumière comme agents facilitant les actions chimiques, la plume se colore, change ou augmente sa coloration.

Toutes les plumes portent à leur extrémité externe des parties qui, diversement colorées, constituent quelquefois à elles seules l'apparence du plumage d'automne. Ces barbes et barbules extrêmes ont poussé telles quelles à la dernière mue avec un développement et un état de solution ou de coloration déjà presque complets, elles tomberont pour faire place à la coloration nouvelle.

Elles tombent, parce que, soumises dès leur naissance à l'influence directe de l'humidité qui devient délétère à la longue, elles se délitent et se déforment. Les barbes perdent leurs barbules, toutes deux perdent leur épiderme et abandonnent leur substance corticale qui se fend en formant des crochets latéraux.

Chaque plume se frotte contre ses voisines supérieures et inférieures, et, dans chaque mouvement de l'oiseau, ces parties extrêmes affaiblies déjà, non-seulement supportent un plus grand frottement par le fait que, plus loin de la base, elles décrivent un plus grand arc de cercle; mais encore s'accrochent plus facilement partout, par le fait de la formation continuelle de crochets nouveaux vers les extrémités, tandis que les parties plus basses perdent au contraire les unes leurs crochets et les autres leurs barbules. (Voyez Pl. II, fig. 1, 2 et 3, les extrémités sessiles délitées de deux plumes, et les parties fraîches en voie de développement qui leur font suite.)

Une plume ainsi maltraitée change naturellement d'autant plus sa forme que ce genre de mue par cassure, que l'on appelle ruptile, est plus

étendu. La plume devient toujours plus courte, quoiqu'elle paraisse quelquefois plus longue, comme à la poitrine de l'Étourneau, par exemple, à cause de son amincissement et de celui de ses voisines qui la dégagent et la rendent visible sur un plus grand espace. (Voyez Pl. II, fig. 6 et 7, une plume pectorale de l'Étourneau avant et après la mue ruptile.)

Je m'occuperai dans le chapitre suivant de savoir si les extrémités s'affranchissent au point de cassure, ou s'il y a peut-être, comme le voudrait Martin, une crue, pour ainsi dire, de rafraîchissement.

L'on pourrait parfaitement supposer que, s'il ne se faisait un renouvellement continuel du plumage par des mues nombreuses, toutes les plumes disparaîtraient petit à petit par le fait de mues ruptiles consécutives des parties successivement exposées à l'air.

C'est toujours au point de contact de ces parties qui doivent tomber avec celles qui doivent subsister encore que la coloration nouvelle se montre premièrement; ainsi donc, toujours à la périphérie de la plume renouvelée, et non pas au bout de l'ancienne, puisque ce sont ces parties qui formeront l'extrémité nouvelle, et sont par conséquent les plus exposées aux agents modificateurs externes. (Voyez Pl. II, fig. 1 et 3.) Homeyer [1] avait dit que la coloration apparaissait vers le centre pour se répandre ensuite partout; mais il ne semblait pas s'expliquer mieux la chose que tant d'autres qui, comme Gaetke [2], avaient signalé déjà cette première apparition à l'extrémité de la plume.

On voit sur beaucoup de plumes, même unicolores, une ligne suivant laquelle les bouts tomberont, tracée par la différence de constitution des barbes et des barbules; celles-ci étant séparées, concassées, usées, en un mot, vers la périphérie, tandis qu'elles sont intactes, serrées et plus régulièrement garnies vers le centre. (Voyez Pl. II, fig. 3.)

De là, la coloration marche contre le centre et vers la base, se mani-

[1] Beitrag zur Mauser einiger Wasservögel, von Eugen F. von Homeyer. *Journal für Ornithologie*, vol. XII, Heft 2, 1864.

[2] Einige Beobachtungen über Farbenwechsel durch Umfärbung ohne Mauser, von H. Gaetke. *Journal für Ornithologie*, vol. II, 1854.

festant surtout jusqu'au point où la plume se trouve assez protégée par ce qu'il reste de la supérieure modifiée pour que les influences externes ne puissent plus agir assez sur elles.

Pour la barbule, la coloration se fait un peu partout à la fois, ou de la base au sommet, quand il y a un courant capillaire possible; elle doit se faire rarement dans le sens contraire, car on voit très-souvent des barbules dissoutes et colorées à leur base, mais incolores à leur sommet, tandis que l'on ne trouve presque jamais l'inverse.

Pour la barbe, la coloration nouvelle est souvent localisée dans certaines parties où elle se fait presque partout à la fois; mais il n'y a que rarement en elle un courant coloré prolongé, par le fait que, bien plus longue que la barbule, elle ne peut plus être toujours soumise sur toutes ses parties aux mêmes influences externes.

C'est même cette différence de condition pour les différentes parties des barbes et de la tige à cause de leur longueur qui, jointe au fait que le pigment est prédisposé à la place qu'il doit colorer, explique pour nous comment les couleurs ne se mélangent pas dans les plumes bigarrées pendant l'acte de coloration.

Il se fait peu de changement dans la tige, quoiqu'on y puisse remarquer quelquefois une légère coloration par solution locale.

Il n'y a, en général, de courant ascendant possible que près des extrémités plus exposées, ainsi que l'attestent les paquets pigmentés extravasés que l'on voit souvent au bout des barbes et des barbules qui ont été rompues et où la solution a été activement poussée à l'approche du printemps. (Voyez Pl. III, fig. 1 *e*.)

C'est donc comme par zigzags que la coloration procède du sommet à la base, cheminant dans chaque partie du bas en haut, mais reculant cependant, puisqu'elle s'empare d'abord des barbules, puis des barbes extrêmes, pour ne se déclarer qu'ensuite dans les parties plus basses encore.

Nous reviendrons plus en détail dans le chapitre suivant sur cette marche de la coloration et son degré d'importance comparée dans les diverses parties suivant les différentes plumes.

Pendant la mue ruptile, et tandis que la coloration par solution interne se fait de la périphérie au centre, l'on peut remarquer aussi une sorte de décoloration des parties basses de la plume. Ce phénomène est surtout évident chez les espèces qui possèdent un duvet plumaire à renflements colorés, comme les Passereaux.

Mais ce n'est ici qu'un fait purement mécanique. En effet, les barbules duveteuses annelées et colorées tombent petit à petit sous l'influence du desséchement et du frottement, et, ne laissant plus sur les barbes que leurs segments basilaires, elles donnent ainsi une apparence beaucoup plus claire aux parties qu'elles coloraient. Ce n'est donc pas du tout, comme on pourrait le croire d'abord, une décoloration produite par un courant ascendant du pigment vers les extrémités, mais, un simple fait de mue ruptile produit aussi sur ces parties duveteuses par leurs renflements faisant l'office de crochets. Nous verrons plus loin d'autres modes de décolorations plus générales. (Voyez Pl. II, les fig. 6 et 7 comparées.)

CHAPITRE IV

Développements parallèles des plumes et des couleurs.

Je viens d'expliquer les changements de coloration en général; mais toutes les plumes ne présentent pas, ni les mêmes couleurs, ni les mêmes reflets; et, si je n'ai pas voulu choisir dans le chapitre précédent une espèce unique comme type et point de départ de mon étude, c'est qu'à ces différences de coloration se joignent aussi, dans les différentes plumes qui en sont affectées, des divers modes de développement et des moyens variés de coloration.

Je dois donc essayer d'expliquer maintenant par des diversités de structure les variétés de coloration dans des plumes différentes. Mais je serai malheureusement obligé de revenir souvent sur le détail de quelques parties déjà mentionnées, pour faire saisir plus facilement certains rapports et certaines divergences.

Beaucoup d'auteurs ont négligé de comparer les causes aux effets dans l'étude des principaux phénomènes qui se passent dans une plume; ils ont voulu trouver l'explication de ces phénomènes dans l'observation unique des faits, ou dans la simple comparaison de plumes diversement colorées.

Gætke, Homeyer[1], Weinland, Severtzof, Holland et bien d'autres, ont tous reconnu dans les plumes un parallélisme entre certaines formes et certaines couleurs.

Le Dr Altum [2] a pu distinguer des différences de structure, les yeux fermés, au simple contact des doigts; mais il n'a pu s'en rendre un compte exact, ne les ayant pas étudiées au microscope.

Bogdanow est allé plus loin encore, il a établi le premier une distinction bien tranchée entre les plumes qu'il nomme optiques et celles qu'il qualifie d'ordinaires.

Mais personne, semble-t-il, n'avait cherché jusqu'ici à étudier les développements comparés des structures et des colorations différentes.

Meves[3], qui seul a représenté dans des planches quelques-unes de ces diverses structures, n'a pas même supposé un accroissement de ces formes variées, et semble comprendre toujours une autre plume pour une autre forme.

Chacun citait des faits, mais personne n'en recherchait les causes. J'ai donc à trouver maintenant l'explication des phénomènes les plus variés.

Je conserve dans mon étude les distinctions premières établies par Bogdanow, en joignant toutefois, à ces plumes *ordinaires*, des plumes que j'appellerai *mixtes*, et à ces plumes *optiques*, des plumes que je nommerai *émaillées*.

Un mot cependant sur les principaux caractères qui ont fait établir la distinction entre les plumes ordinaires et les plumes optiques; je par-

[1] Ueber den Federwechsel der Vögel, von E. F. von Homeyer. *Naumannia*, vol. III, 1853.

[2] Ueber den Bau der Federn als Grund ihrer Färbung, von Vicar B. Altum. *Journal für Ornithologie*, vol. II, 1854.

[3] Ueber die Farbenveränderung der Vögel durch und ohne Mauser, von W. Meves *Journal für Ornithologie*, vol. III, 1855.

lerai plus tard des mixtes et des émaillées formant avec les précédentes deux groupes assez distincts.

Les premières ont été appelées *ordinaires,* parce que, quoique très-brillantes quelquefois, elles ne présentent jamais de reflets métalliques, et montrent régulièrement par transparence à leur intérieur un pigment toujours semblable à la couleur qu'elles affectent à la lumière incidente.

Les secondes ont été nommées *optiques,* parce qu'elles présentent toujours des reflets et montrent toujours par transparence dans leur intérieur un pigment foncé différent de la couleur qu'elles affectent; parce que la lumière joue, par conséquent, chez elles un rôle des plus complexes.

J'étudie donc les couleurs, non plus à une époque quelconque, mais en suivant et comparant, au contraire, le développement de la coloration dans chaque plume, du plumage moins brillant d'automne à la livrée plus éclatante du printemps ou de noces; et je commence cette étude par la comparaison des deux groupes principaux.

Je dois donc prendre, comme point de départ de ces recherches nouvelles, deux oiseaux qui puissent me fournir, à la même place de leur corps, l'un des plumes *ordinaires* et l'autre des plumes *optiques.* Je choisis pour cela encore la Linotte *(Fringilla Cannabia)* et l'Étourneau *(Sturnus Vulgaris),* parce que, assez abondants chez nous à différentes époques, je puis me les procurer, facilement et en grand nombre, dans divers états.

Déjà à leur première apparition hors de leurs gaînes, j'observe des différences essentielles entre les plumes ordinaires et les plumes optiques qui croissent à la mue d'automne sur la poitrine de mes deux oiseaux. Je retrouve, il est vrai, déjà chez toutes deux les parties extrêmes qui doivent tomber, qu'elles soient grisâtres ou brunâtres comme chez la Linotte, ou blanches ou jaunâtres comme chez l'Étourneau; mais je remarque surtout des barbules fines et peu colorées, presque incolores même, chez la première, tandis que je trouve, au contraire, chez le second, des barbules extrêmes déjà assez larges, bien colorées, et munies même de quelques reflets métalliques.

Ces plumes en finissant de croître, aussi bien qu'après leur crue complète, accuseront toujours plus ces mêmes dissemblances, soit une infériorité de développement et de coloration dans la barbule de la plume ordinaire comparée à celle de la plume optique.

Si, au printemps, je regarde de nouveau les mêmes plumes de mes deux oiseaux, je suis frappé de suite par une série de différences qui se multiplient de plus en plus entre les plumes ordinaires et les plumes optiques, à mesure que j'entre plus à fond dans le détail intime de leur développement, de leur structure et de leur coloration.

Et d'abord, à l'œil nu seulement, je remarque déjà que la plume de la Linotte s'est raccourcie en perdant ses extrémités brunes, et qu'elle est devenue rouge par une solution plus complète de son principe colorant interne; tandis que la plume de l'Étourneau, qui a perdu aussi son bout blanc et les extrémités de ses barbes latérales supérieures, a pris à son tour une apparence plus effilée ainsi que des reflets beaucoup plus brillants et plus étendus.

Muni du microscope, je vais plus loin, et j'observe que, dans la plume ordinaire, la barbule, loin de se développer, est au contraire tombée sur bien des points, tandis que la barbe, ou axe secondaire, s'est par contre considérablement élargie et colorée, surtout dans ses parties extrêmes. Pour la plume optique de l'Étourneau, c'est la barbe qui a peu changé, pendant que les barbules, ou axes tertiaires, se sont, au contraire, beaucoup développées, soit en dimension, soit en coloration.

Je dois dire, en passant, que je porterai ici plus particulièrement mon attention sur les parties voisines de la périphérie des plumes nouvelles, parce qu'elles supportent toujours de bien plus grands changements que les parties basses, évidemment plus protégées contre les influences agissantes.

Poursuivant maintenant plus loin encore cette comparaison intéressante, nous trouvons dans l'étude approfondie de la structure des différentes parties l'explication naturelle de leurs divers développements et de leurs colorations variées.

Les barbes, rameaux de la tige unique, sont, en général, formées de segments superposés plus ou moins persistants, comme nous le verrons plus loin; et les barbules, construites sur un plan semblable, sont implantées sur elles par leur segment basilaire.

Cette base de la barbule est plus ou moins large et forte suivant les époques et la nature des plumes; mais il semble exister toujours moins de communications internes, soit de mélanges de coloration possibles, entre les deux axes dans les plumes optiques, qu'entre ces deux mêmes parties dans les plumes mixtes ordinaires.

Toutes les barbules sont donc, comme les barbes, composées de segments, plus ou moins grands, mis bout à bout et enveloppés d'un épiderme général; mais, comme leur segmentation a beaucoup plus d'importance que celle des barbes, voyons encore les principales différences qui peuvent exister entre elles, malgré cette unité de structure:

1° Les lignes de démarcation entre les segments des barbules optiques sont beaucoup plus accentuées que celles qui existent entre les segments des barbules ordinaires; ou, plus explicitement, les cloisons séparatrices de ces différentes parties sont plus fortes chez les premières que chez les secondes. (Voyez Pl. II, fig. 1 et 9, des barbules ordinaires de la Linotte et une barbule optique de l'Étourneau.)

2° Les dépôts granuleux pigmentaires, disposés d'ordinaire surtout dans le noyau central des segments, sont toujours beaucoup plus abondants et plus régulièrement répartis dans les premières que dans les secondes. (Voyez Pl. I, fig. 8, et Pl. II, fig. 1 et 4.)

3° On distingue autour de ces noyaux foncés une couche de fibres parallèles et longitudinales beaucoup plus épaisse dans la barbule optique que dans la barbule ordinaire. (Voyez Pl. I, fig. 8, et Pl. II, fig. 1 et 9.)

4° Les crochets latéraux des barbules optiques sont, en général, plus développés en automne qu'au printemps, et leur emploi est, comme nous le verrons, tout différent de celui des barbules ordinaires.

Ces principaux points observés, signalons ce qui se passe dans les deux plumes ainsi construites au moment du développement de la coloration.

L'humidité développe chaque partie d'autant plus qu'elle possède davantage de substance corticale. Dans la plume optique, la barbule seule augmente son diamètre, et, chaque segment se gonflant comme en un petit cylindre plus ou moins régulier, nous voyons quelquefois les crochets latéraux, noyés dans la masse distendue, disparaître plus ou moins complétement. (Voyez Pl. I, fig. 7 et 8, et Pl. II, fig. 9.)

Dans la plume ordinaire, c'est par contre la barbe qui possédait le plus de substance corticale, et c'est elle aussi qui s'est le plus développée; possédant toutes les qualités de la barbule optique, elle s'est gonflée et colorée, noyant quelquefois aussi dans sa matière, mais expulsant le plus souvent, ses barbules inutiles. (Voyez Pl. II, fig. 1 et 2, deux barbes de plumes ordinaires pectorales de la Linotte; l'une d'automne, l'autre de printemps.)

La barbe ordinaire s'est bien dilatée comme la barbule optique; mais, au lieu d'accroître comme elle les proportions de sa segmentation et de ses cloisons séparatrices, elle a, au contraire, perdu dans son développement ce premier caractère que nous verrons attaché à la persistance des barbules, dans les plumes mixtes.

La barbe ordinaire n'est plus qu'une masse simplement fibreuse.

C'est au moment de cette dilatation extrême de la substance corticale, que la matière pigmentaire, souvent extravasée, vient réunir et souder quelquefois ensemble les barbes les plus voisines, pour former certaines masses, d'apparence cornée, dont nous avons parlé plus haut à propos du Jaseur. J'ai vu plusieurs cas de ces soudures accidentelles dans les plumes rouges frontales du Chardonneret. (Voyez Pl. II, fig. 8.)

Cependant, cette énorme dilatation de la barbe ne se présente que chez les plumes ordinaires qui doivent acquérir un certain éclat et un certain brillant, et il en existe bien d'autres qui présentent un développement moyen; ce sont celles que nous avons appelées *mixtes*.

Les *plumes mixtes* comportent toutes celles qui souffrent peu de changements dans leurs formes. Elles constituent une grande partie du plumage de nos différents ordres d'oiseaux; elles n'ont jamais de reflets mé-

talliques, sont souvent sombres, et, quoique munies quelquefois d'un certain éclat, elles présentent rarement ce brillant spécial aux plumes ordinaires proprement dites.

Chez cette seconde espèce de plumes qui sont évidemment ordinaires, puisqu'elles contiennent des pigments diversement colorés; nous allons voir un développement assez différent.

Chez les plumes mixtes les barbules sont persistantes et en communication assez directe avec la barbe qui les porte. Les barbules se dilatent et se colorent aux dépens de la barbe, sans jamais atteindre cependant au développement énorme des barbules optiques, et sans présenter jamais, ni des formes aussi régulières, ni une segmentation aussi prononcée que ces dernières.

Au centre des barbes se montre, comme je l'ai dit, une superposition de segments aplatis et à noyaux colorés diminuant un peu à mesure que la coloration augmente. (Voyez Pl. II, fig. 4, une barbe de plume mixte du croupion du Pinson *(Fringilla Cœlebs)*.

La matière colorante s'accumule dans certaines plumes mixtes à l'extrémité des barbules, et celles-ci se rompent alors souvent à cet endroit, pour prendre un peu l'apparence tronquée des cylindres optiques, et quelquefois, en même temps, un peu plus de brillant. (Voyez Pl. II, fig. 4, cette accumulation particulière.)

Nous trouvons un exemple frappant de ce dernier cas dans les plumes rouges du *Ramphocelus Coccineus*, et un autre moins brillant dans les plumes vertes du croupion du *Fringilla Cœlebs*.

J'ai appelé mixtes ces dernières plumes, parce qu'elles tiennent d'un côté aux plumes optiques par leur mode de développement, et de l'autre aux plumes ordinaires par leur mode de coloration.

Nous venons de voir comment les trois premières espèces de plumes se développent et se colorent, nous n'avons plus à examiner que les plumes émaillées; mais, comme elles se développent d'une manière un peu différente des précédentes, je dois aborder encore ici un nouveau détail des changements de coloration dans les plumes que nous avons vues jusqu'ici.

Les plumes qui doivent leur coloration uniquement à la lumière, soit les plumes optiques et les émaillées qui en dépendent, ne changent pas, comme nous l'avons dit, leur pigmentation interne, et n'acquièrent leur coloris que par des changements de forme. Cependant il n'en est pas ainsi, ni pour les plumes ordinaires proprement dites, ni pour les plumes mixtes.

Celles-ci, en effet, peuvent modifier leur coloration des deux manières suivantes: ou bien par une augmentation dans l'intensité d'une même teinte, ou bien par le remplacement d'une ancienne couleur par une nouvelle.

Dans le premier cas il ne se produit qu'une solution plus complète du pigment interne; et, dans le second, c'est, au contraire, une extravasion de l'ancienne matière colorante qui disparaît en poussière extérieure, en même temps qu'il se fait une solution nouvelle d'une autre couleur inhérente et latente dans les barbes. Dans ce dernier cas, une solution complète est un peu plus difficile à obtenir par l'extérieur; et je pense que, puisque dans les oiseaux qui changent entièrement de couleur les grandes pennes et rémiges se modifient beaucoup moins que les petites plumes, il est probable qu'une graisse particulière du corps arrivant par l'intérieur est probablement nécessaire à une solution complète du pigment nouveau que l'on voit déjà déposé dans l'intérieur de la plume.

J'aurai l'occasion d'expliquer plus loin dans le chapitre V cette extravasion à propos de quelques oiseaux aquatiques.

Les plumes que j'ai nommées *émaillées* comportent toutes les plumes bleues sans reflets métalliques et quelques plumes vertes des plus brillantes, également sans reflets métalliques. Bogdanow, n'ayant jamais pu en extraire qu'un pigment constamment brun, les avait rangées déjà dans ses plumes optiques; mais le développement tout à fait particulier que le microscope m'a montré chez elles me force maintenant à les séparer de ces premières.

Au lieu de s'être allongées en fibres, et de perdre leur noyau pour

former une substance corticale analogue à celle des plumes que nous avons étudiées jusqu'ici, les cellules premières plastiques se sont modifiées ici sur un plan nouveau.

Les plumes émaillées montrent toujours dans l'intérieur de leur barbe, à leur naissance comme après leur crue complète, de grandes cellules polygonales à noyau coloré. (Voyez Pl. III, fig. 6 *a*.)

En dessous de l'épiderme incolore extérieur, et à la face dorsale ou supérieure de la barbe, le microscope montre toujours une couche de cellules allongées et verticales dont l'épaisseur diminue de plus en plus en avançant vers la face inférieure. (Voyez Pl. III, fig. 6 *c* et *b*, et fig. 7.)

Au centre, c'est, comme je l'ai dit, une agrégation de cellules à noyaux fortement pigmentés.

La couche de cellules verticales est jaunâtre ou verdâtre claire, pour les plumes bleues; mais elle est plutôt rosâtre ou légèrement rougeâtre pour les plumes vertes; comme on le voit dans celles du ventre du Tangara à plastron, ou sur quelques-unes du Martin-pêcheur. L'axe central est noirâtre, brun ou verdâtre foncé. (Voyez Pl. III, fig. 4, une partie d'une barbe de l'*Irena puella*, vue de profil.) Les barbes émaillées sont souvent aplaties et comme déprimées.

Les petites barbules que portent des barbes ainsi constituées sont incolores ou noirâtres. Elles sont le plus souvent sessiles, ou absorbées dans la face inférieure de la barbe. Mais elles persistent aussi quelquefois quand la teinte bleue n'est pas très-brillante, et l'on a alors, pour ainsi dire, une plume mixte émaillée, comme aux pennes caudales, par exemple, du *Parus Cæruleus*.

Ces axes tertiaires sont ordinairement implantés dans la partie inférieure ou ventrale de la barbe émaillée. (Voyez Pl. III, fig. 4 et 7.)

La couche de cellules verticales sous-épidermiques constitue ce que j'ai appelé l'émail, et elle est nécessaire, comme nous le montrerons plus loin, à l'apparence de la couleur bleue à la lumière incidente.

L'émail transparent est diversement coloré et d'une épaisseur variable; sa teinte donne l'apparence verte ou bleue, et son épaisseur plus ou

moins forte fournit une fixité plus ou moins grande de la teinte apparente qui souvent change, avec la position de la lumière, du plus beau bleu au plus beau vert et quelquefois presque à une espèce de jaune tendre. Une couche très-épaisse donne à la plume l'apparence d'un coloris opaque.

Ce vernis cellulaire présente enfin à sa face extérieure comme des ondulations sinueuses et longitudinales. (Voyez Pl. III, fig. 5, une barbe émaillée vue par-dessus et à la lumière incidente.)

Quand, au printemps, la coloration augmente, la barbe se développe un peu et beaucoup de barbules disparaissent, en même temps que le pigment foncé intérieur se dissout de plus en plus, en passant par différentes teintes transitoires. L'émail seul semble peu attaquable par la substance dissolvante de l'axe.

Nous pouvons faire ici, entre les plumes émaillées et les plumes optiques, un rapprochement parallèle à celui que nous avons fait entre les plumes mixtes et les ordinaires. Les plumes émaillées tiennent, en effet, aux optiques par leur mode de pigmentation et aux ordinaires par leur mode de développement.

Les dilatations comparées des deux axes dans les deux groupes principaux des plumes nous permettent d'établir ici les lois suivantes :

1° De deux axes successifs l'un se développe toujours au dépens de l'autre;

2° Pour les plumes ordinaires proprement dites l'axe secondaire prédomine sur le tertiaire; c'est dans la barbe que se passent les principaux changements;

3° Dans les plumes optiques proprement dites, c'est, par contre, l'axe tertiaire qui prédomine sur l'axe secondaire; c'est dans la barbule que s'opèrent les principales modifications.

A. Chez les plumes mixtes, la barbe subissant quelques changements, la barbule qui persiste se modifie beaucoup moins que dans les plumes optiques.

B. Dans les plumes émaillées la barbe, quoique optique au point

DE VUE DE SA PIGMENTATION, SE GONFLE ET SE COLORE; LES BARBULES DOIVENT TOMBER.

La barbule cylindrique optique de l'Étourneau double et triple quelquefois son diamètre de l'automne au printemps; tandis que la barbe ordinaire, de la Linotte par exemple, double et triple quelquefois aussi ses dimensions premières dans le même espace de temps, affectant alors souvent des formes de massues plus ou moins allongées.

Je ne dois pas oublier d'expliquer pourquoi, dans la plupart des plumes, la face inférieure présente souvent une coloration moins éclatante que la supérieure; en voici quelques raisons :

1° Dans les plumes que j'appellerai serrées les barbules internes, ou qui regardent la tige, recouvrent toujours les externes; ces dernières, plus protégées contre les influences développantes extérieures, se gonflent et se colorent moins, et moins vite, que les externes supérieures. (Voyez Pl. II, fig. 3, et Pl. III, fig. 1.) Si bien que, dans certaines plumes optiques, de l'Étourneau par exemple, nous voyons les extrémités des faces inférieures prendre aussi quelques reflets quand, après un temps plus long, elles ont éprouvé à leur tour l'influence de l'humidité.

2° Une barbule couchée sur le flanc sous le microscope montre souvent, sur une bonne partie de sa face inférieure, comme une carène plus ou moins accentuée qui, moins colorée que le reste, rend la face inférieure moins brillante que la supérieure. Il semble que la lumière exerce une influence sur la coloration, soit qu'elle attire, pour ainsi dire, le pigment vers la face qui lui est exposée, soit qu'elle facilite plutôt sur cette face une plus complète solution du pigment intérieur. Les barbules mixtes présentent très-souvent, surtout vers leur côté dorsal, un canal intérieur plus coloré qui s'est produit au moment de la dilatation par la rupture des cloisons séparatrices presque nulles des segments superposés. (Voyez Pl. III, fig. 12 et 13.) Dans la barbule optique ces dernières cloisons résistent, et ce même courant est impossible. (Voyez Pl. II, fig. 9, 10 et 11.)

Dans les plumes ordinaires, où les barbes restent seules, la coloration

est d'ordinaire la même sur les deux faces avec une légère différence d'intensité seulement. Dans les plumes émaillées la barbe est plus protégée par le vernis extérieur; mais, malgré cela, il se fait cependant en dessous de lui un mouvement et une coloration analogues.

3° La position variable de la barbule sur la barbe semble enfin une dernière cause de ces différences de coloration. Dans beaucoup de plumes optiques, comme dans celles de l'œil du Paon, par exemple, les barbules qui jouent le premier rôle sont implantées vers la face dorsale de la barbe, et la face ventrale de celle-ci constitue une forte carène beaucoup moins colorée. Dans les plumes émaillées les barbules sont par contre, comme je l'ai dit, implantées tout à fait sur la face inférieure de la barbe, et cette dernière, qui joue à son tour le rôle le plus important, présente alors une plus grande surface à la lumière. (Voyez Pl. III, fig. 7 et 8, deux coupes verticales : l'une d'une barbe émaillée de l'Irena, l'autre d'une barbe optique de l'œil de Paon.

Nous n'avons cependant étudié jusqu'ici que les différents développements de la structure et de la coloration des plumes; il me reste maintenant à chercher, naturellement, l'explication des phénomènes optiques dans les parties des plumes qui se sont toujours modifiées en même temps que la coloration.

Tandis que les pigmentations différentes des plumes ordinaires et des plumes mixtes peuvent varier dans toutes les couleurs, sauf le bleu, la coloration, toujours brune, des plumes optiques et des émaillées ne peut varier jamais que dans sa teinte et son intensité, pour produire même le brillant éclat des plus beaux Colibris.

Les pigments variés des plumes ordinaires se comportent simplement vis-à-vis de la lumière comme tous les corps qui reçoivent d'elle leur apparence colorée; mais la pigmentation brune semble jouer un bien autre rôle, quand elle se trouve unie aux milieux diversement modifiés des plumes optiques.

Weinland et quelques autres ont supposé déjà que la coloration de beaucoup de plumes était uniquement due à un phénomène d'interférence;

mais ils n'ont pas cherché à expliquer plus loin la chose. Altum [1], en 1854, publia une longue explication de cette interférence; mais il ne connaissait pas assez bien le détail microscopique des plumes, et se laissa, ce me semble, entraîner trop loin, par une théorie spéciale, dans des considérations, ingénieuses il est vrai, mais souvent inapplicables aux plumes.

Il y a pour moi trois faits à expliquer : le brillant des barbes ordinaires, la coloration des plumes émaillées et les reflets métalliques chatoyants des plumes optiques.

Le développement de la substance corticale multiplie les points de réflexion en développant et distançant les fibres constituantes; *c'est l'exposition à la lumière sur un plus grand espace d'une série de petits plans colorés, superposés et reflétants.* Le gonflement de la barbe donne, en effet, toujours beaucoup de brillant à une plume ordinaire.

J'expliquerai les colorations bleues et vertes des plumes émaillées par un phénomène analogue à celui par lequel Dove [2] explique les reflets pour quelques corps: *par le passage de rayons réfléchis au centre de ma plume au travers d'une couche supérieure transparente autrement colorée et aussi reflétante;* par la rencontre dans l'œil de rayons réfléchis de distances différentes, et par des corps différents. Si l'on gratte et enlève, en effet, sur un point ce vernis extérieur, la barbe n'apparaît plus en dessous que brune ou noire. (Voyez Pl. III, fig. 5, une barbe émaillée, vue pardessus à la lumière incidente.) Les angles sous lesquels les rayons lumineux sont réfractés et réfléchis font varier la teinte, tant que l'émail n'a pas atteint une épaisseur trop grande.

Dans les plumes optiques, les reflets métalliques semblent dus encore à l'addition d'une cause nouvelle. Malgré une certaine ressemblance avec les lignes et dessins dont parle Dove dans ses observations stéréoscopiques, c'est plutôt au phénomène des anneaux colorés que je crois devoir la rapporter.

[1] Ueber die Farben der Vogelfedern im Allgemeinen, über das Schillern insbesondere, von Bernard Altum. *Naumannia*, Jahrgang 1854, p. 293.

[2] Dove. Verhandlungen der Academie zu Berlin, 1855.

C'est une série de petites lignes transverses, tantôt brillantes, tantôt obscures, plus ou moins serrées, correspondant à la segmentation, variée, mais toujours si accentuée, des barbules optiques, ainsi que l'on peut s'en assurer en regardant l'une de ces plumes avec un faible grossissement à la lumière incidente.

Cette segmentation produit, tantôt des cloisons séparatrices incolores, comme chez l'Étourneau par exemple, tantôt, au contraire, de lignes plus foncées et des ondulations transverses, comme chez le Paon et bien d'autres oiseaux. *La teinte du pigment brun, ainsi que la forme et le rapprochement plus ou moins grand des lignes foncées ou claires semblent seules faire varier les effets colorés.* (Voyez Pl. III, fig. 1 et 2, deux parties de plumes optiques de l'Étourneau au printemps, la première vue à la lumière transverse, la seconde à la lumière incidente, et Pl. II, fig. 9, 10 et 11.)

Il est possible encore que la forme générale des barbules et leur arrangement sur les barbes, par rapport les unes aux autres, multiplient aussi, ou additionnent plutôt, ces divers effets lumineux.

Le fait est qu'une barbule optique présente, en général, des formes plus régulières qu'une barbule ordinaire, et que les barbules sont d'ut an t plus serrées et parallèles que la plume a davantage de reflets; ainsi qu'on peut le voir très-bien sur les belles plumes chatoyantes rouges et jaunes du *Selosphorus Ruber*. (Voyez Pl. III, fig. 9, une partie de barbe et des barbules d'une plume pectorale du *Selosphorus Ruber*.)

Aussitôt qu'une plume présente quelques reflets métalliques, elle possède aussi sûrement tous les caractères des plumes optiques; mais, tant qu'elle ne présentera pas ces reflets, elle rentrera toujours dans l'un des trois autres groupes, fût-elle même très-brillante.

Jamais une plume quelconque ne pourra passer d'une espèce dans une autre, soit devenir optique ou émaillée d'ordinaire, et vice versâ. Certains caractères inaltérables déterminent en elle le degré des modifications qu'elle pourra subir. Elle pourra être *mixte et optique*, ou *mixte et ordinaire*, ou encore *mixte et émaillée*. Le caractère mixte peut s'allier aux trois autres formes principales; mais l'on ne saurait trouver d'autres combinaisons;

l'on ne rencontre pas de plumes à la fois optiques et ordinaires, pas plus que de plumes ordinaires et émaillées.

Ce n'est pas seulement après les divers développements que nous avons décrits que certaines plumes possèdent, ou bien des barbules très-dilatées, ou bien des barbes dégarnies; beaucoup d'oiseaux reçoivent à chaque mue des plumes modifiées sur ces plans, et munies déjà des effets auxquels les autres devront atteindre par des modifications successives.

C'est ainsi que nous voyons des plumes optiques avec des apparences de colorations diverses, sur différentes parties du corps de quelques Passereaux; à la tête de nos *Parus* et à la queue du *Corvus Pica*, par exemple; à la gorge et à la poitrine de la plupart des Colibris; sur plusieurs de nos Gallinacés et sur quelques Palmipèdes, à la poitrine de certains Tétras, sur presque tout le corps du *Phasianus Colchicus* et à la tête et aux ailes de l'*Anas Boschas*.

Nous trouvons des plumes ordinaires dans les parties brillantes de beaucoup de nos Passereaux, comme dans les autres ordres aussi; à la poitrine du *Fringilla Cannabina*, autour du bec du *Fringilla Carduelis*, dans les plumes dorsales d'un brun brillant de plusieurs Echassiers, et sur presque tout le corps du *Phasianus Pictus*. Les longues plumes du carmail de ce dernier nous fournissent même une observation assez intéressante, des intermittences frappantes dans la prépondérance de la barbe sur la barbule, et une preuve évidente du rapprochement des plumes mixtes avec les ordinaires. (Voyez Pl. III, fig. 5, un barbe d'une plume du camail du Faisan.) Toutes les couleurs, sauf le bleu, ai-je dit, peuvent se rencontrer dans des plumes ordinaires.

J'ai donné plus haut des exemples de plumes mixtes, je me bornerai donc à dire, encore ici, qu'elles constituent une grande partie du plumage de nos différents ordres, et qu'elles peuvent former des plumes entières, aussi bien qu'une partie seulement d'une plume d'une autre espèce. Elles peuvent présenter toutes les couleurs possibles, être, par exemple, rouges comme chez le *Pyrrhula Vulgaris*, ou jaunes comme chez l'*Emberiza Citrinella*; mais elles possèdent rarement du brillant, sauf chez quelques

oiseaux aquatiques, comme le Grèbe par exemple, où cet effet semble dû plutôt à une grande transparence des tissus unie à une configuration particulière des barbules allongées et contournées comme dans certains duvets. (Voyez Pl. II, fig. 5, une partie d'une plume de l'*Emberiza Citrinella*.)

Les plumes émaillées bleues se voyent chez toutes les espèces qui ont du bleu sans reflets métalliques: chez le *Parus Cæruleus* en teinte claire, chez l'*Irena Puella* en coloris opaque, et chez l'*Alcedo Ispida* en teintes variables du bleu au vert.

Une grave question se présente encore: y a-t-il, après la mue ruptile, recrue des barbes et des barbules au point de cassure? Martin semble le supposer, Homeyer croit la chose impossible, personne, je crois, n'a jamais fait d'expériences sur ce point.

Je n'aurais certes jamais soulevé même la question, si je n'avais cru remarquer que des barbules et quelquefois des barbes avaient, pour ainsi dire, lancé des jets sous l'influence de l'humidité. Je remarquai, sur les plumes que j'avais exposées à l'humidité, que certaines barbules semblaient s'être allongées un peu; mais comme je ne pus jamais rien obtenir sur une barbule isolée, et qu'en agissant sur une plume entière je n'étais nullement certain de retrouver la même barbule, je n'obtins aucun résultat vraiment mensurable, et dus laisser de côté cette observation comme erronée, ne pouvant la prouver comme les précédentes; je ne la cite même ici que parce qu'elle pourrait fournir peut-être une explication à la crue curieuse que Schlegel[1] raconte avoir vu s'opérer sur les plumes ornementales de deux Canards.

La plume desséchée pourrait-elle peut-être, comme le Rotifer, reprendre une espèce de vie sous l'influence de l'humidité?

Je me borne donc, pour ma part, à l'élargissement évident de certains axes, et je n'admets pas, sans preuves, un allongement passablement hypothétique.

Pour moi, une plume qui a subi la mue ruptile est toujours plus

[1] Verfärbung des Gefieders, von H. Schlegel. *Journal für Ornithologie*, vol. I, 1853, p. 67.

courte qu'auparavant; son changement de forme peut seul quelquefois donner lieu à des apparences trompeuses. La cassure s'effile par le fait du délitement qui s'opère continuellement aux extrémités, et l'on voit alors des barbes ou des barbules plus ou moins pointues; les unes ayant perdu leur épiderme, les autres tout ou partie de leur substance corticale. (Voyez Pl. III, fig. 1 *g* et *h*.) *Cet écorcement qui suit la coloration est un résultat morbide du développement qu'elle a nécessité.* Il ne faudrait donc pas croire, avec Gætke, que ce soit, comme il a voulu l'expliquer, une cause de la coloration nouvelle.

CHAPITRE V

De la décoloration.

Je dois chercher maintenant à expliquer l'extravasion dont j'ai parlé plus haut; et je vais pour cela étudier chez quelques Mouettes un cas analogue amenant à une décoloration totale.

Nous avons vu que, dans quelques cas de coloration, par changement de couleur, le premier pigment dissous était chassé par l'autre plus profond qui le forçait à s'extravaser; mais nous avons vu aussi que dans d'autres cas de coloration, par augmentation d'intensité, le pigment dissous se bornait à se répandre dans les vides préparés par l'humidité tour à tour absorbée et évaporée, et qu'alors nous n'avions d'extravasion qu'après la coloration complète.

Nous pouvons comprendre par là que chaque couleur, comme chaque plume, a sa durée limitée durant la vie de l'oiseau. Une couleur, sans être chassée par une autre, devra cependant ressortir à son tour.

La plume qui a joué son rôle succombe, comme je l'ai dit, aux efforts qu'elle a faits; son tissu se détériore et se délite de plus en plus, et son pigment, une fois complétement dissous, ressort chassé toujours par la graisse nouvelle qui vient se mélanger et s'échanger avec lui. Il faut que cette plume tombe, ou l'oiseau perdra petit à petit ses couleurs.

Si une plume poussée en automne ne tombe pas au printemps, et qu'il n'y ait plus de nouvelle coloration possible en elle, il s'y fera nécessairement une décoloration plus ou moins prompte, et plus ou moins complète.

Si des tissus entièrement remplis par une solution colorée peuvent encore se distendre sous l'influence de l'humidité, il n'y aura pas extravasion avant que tout ce nouveau développement soit rempli aussi par une plus grande solution et une plus forte extension du pigment coloré. Mais il y a au développement cortical une limite plus ou moins réculée, suivant les espèces de plumes. Les plumes optiques qui possèdent le plus de substance corticale présenteront une extravasion plus tardive et moins complète, et les plumes mixtes possédant moins de cette même substance montreront à leur tour une extravasion d'autant plus prompte que leur pigment sera plus répandu.

Le jeune *Larus Ridibundus* possède en été un premier plumage presque entièrement brun, et se trouve cependant presque tout blanc à son premier printemps, sans avoir subi, pour beaucoup de ses plumes, une vraie mue par renouvellement. L'observation du plumage de cet oiseau dans l'arrière-automne nous montre déjà toutes les transitions de l'une à l'autre de ces couleurs ; mais l'examen au microscope de l'une de ses plumes nous explique plus vite encore la cause de cette transformation.

Les barbes et barbules brunes sont encore remplies d'un pigment brun très-répandu ; les barbes et les barbules blanches ne contiennent presque plus de pigment ; une poussière brune recouvre à l'extérieur chaque partie de la plume, et d'autant plus qu'elle est davantage en voie de décoloration. (Voyez Pl. III, fig. 10.) Les parties blanches n'ont déjà presque plus de poussière et les brunes n'en ont presque point encore.

Cette décoloration suit une marche contraire à celle de la coloration ; elle s'étend de la base aux extrémités, et du centre à la périphérie, au lieu de cheminer des bords vers le milieu de la plume. (Voyez Pl. III, fig. 11.)

C'est un échange continu, contre une graisse incolore, d'un pigment déjà dissous dont il ne reste plus qu'une faible trace dans les centres, donnant encore quelquefois une légère teinte à la plume.

Un phénomène analogue se passe donc en petit chez la plupart de nos oiseaux; et c'est à lui encore qu'il faut rapporter l'observation de Brehm[1] signalant avoir trouvé chez quelques Sternes une coloration noire cachée sous une poussière blanche extérieure. C'était évidemment l'extravasion d'une coloration première, claire, en même temps que la solution interne d'une couleur latente foncée. Il ne faudrait pas cependant aller confondre ce cas avec la coloration vraiment externe de certains oiseaux dont je parlerai plus loin.

Si l'on met sous le microscope une goutte d'huile entre deux lamelles contenant une plume en voie de décoloration, on voit de suite ce phénomène se produire très-rapidement; une légère chaleur l'active encore, mais le froid le ralentit.

Il nous arrive souvent de rencontrer au printemps de jeunes Mouettes dont la livrée blanche est beaucoup moins avancée que celle d'autres sujets du même âge; ce sont des individus chez lesquels la décoloration, commencée en automne, a été surprise et arrêtée par de grands froids.

Plus une plume, ou une partie de plume, est profonde et abritée, plus elle s'extravase promptement pendant la vie de l'oiseau. La graisse venant du corps produit une décoloration de la base au sommet, quand elle rencontre un pigment déjà dissous ou des tissus déjà remplis, parce qu'il n'y a plus qu'un échange possible; mais cette même graisse, montant également du corps, produit une coloration de la périphérie vers le centre, parce que c'est aux extrémités qu'elle trouve premièrement, et surtout, l'humidité et la lumière qui seules peuvent lui permettre la solution d'un pigment latent.

Cependant, en même temps que l'extravasion se fait dans les parties cachées de la plume de Mouette, il se fait aussi une décoloration vers les extrémités, marchant en sens contraire, et à la rencontre de l'autre. Celle-ci se fait alors par délitement et extravasion provenant de solution continue; ce sont les bouts ruptiles qui se décolorent les premiers.

[1] Verfärbung und Federwechsel der Europäischen Seeschwalben, von Pastor Ludwig Brehm. *Journal für Ornithologie*, vol. II, 1854.

C'est en ce sens, seulement, qu'Altum avait raison quand il disait que les bouts les plus clairs étaient les plus fragiles.

De ces deux décolorations contraires, la seconde l'emporte quelquefois sur la première, et il arrive parfois qu'une plume dans certaines conditions se décolore entièrement, et petit à petit, du sommet à la base.

De même que l'extravasion, la coloration est toujours plus prompte dans les plumes mixtes, à cause d'une réplétion et d'une solution plus rapides.

Les colorations les plus promptes sont donc dues le plus souvent à l'abondance de graisse chez un oiseau, ainsi qu'à des modifications favorables de la température et de l'état hygrométrique de l'air. Outre ces causes premières, elles sont souvent rendues plus frappantes encore par une chute exceptionnellement rapide des bouts ruptiles qui masquaient auparavant des changements opérés déjà dans les parties les plus voisines des influences externes.

Nous avons vu dans quelles conditions l'extravasion s'opérait en temps ordinaire; ne pouvons-nous pas trouver dans les mêmes causes l'explication de certaines décolorations morbides. Ne pouvons-nous pas comprendre par le même mode d'action l'apparition des albinismes lents, généraux ou partiels, sur des plumes qui, d'abord colorées n'ont pas mué, mais dont la coloration est petit à petit ressortie; c'est un cas naturel pour beaucoup d'oiseaux, pourquoi ne pourrait-il pas se présenter accidentellement chez d'autres?

A cause de l'échange continu entre l'intérieur et l'extérieur, les plumes poussées blanches ne pourront jamais présenter qu'une poussière extérieure blanche aussi; tandis que les plumes poussées colorées et devenues blanches montreront, au contraire, à un certain moment, une poussière colorée.

Ce même fait ne pourrait-il pas expliquer aussi un albinisme très-prompt, comme celui que l'on attribue aux grandes émotions. N'ayant pu examiner une seule plume avec la certitude qu'elle soit devenue blanche par un effet si rapide, je ne fais maintenant qu'une simple sup-

position; mais il me semble cependant qu'un grand afflux momentané de graisse comme transpirée, peut-être sous l'influence de la peur, pourrait, ne se rencontrant pas avec une humidité capable de dilater assez vite la substance corticale, ni avec une température et une lumière suffisantes pour faciliter une assez prompte solution, occasionner rapidement une extravasion plus ou moins complète. Ce serait comme une rupture d'équilibre entre les agents internes et les influences externes. L'explication de ce dernier cas n'est, je le répète, qu'une hypothèse pure; mais une hypothèse déduite pourtant de tout ce que j'ai pu observer plus haut.

Dans la barbule mixte, la base carénée se fissure dans l'extravasion, se vide, se décolore et se détruit souvent même, comme nous pouvons le voir sur les plumes du jeune Larus. (Voyez Pl. III, fig. 12, une barbule blanche extravasée du jeune Larus.)

Si nous comparons maintenant l'une de ces dernières plumes devenue blanche avec une plume, blanche aussi, d'un adulte, prise à la même place, mais devant devenir brune ou noire au printemps, nous reconnaîtrons de suite la dernière par son manque de poussière colorée extravasée, par l'état parfait de ses barbules, et surtout par les dépôts de granules pigmentaires latents qu'elle laisse apercevoir depuis la ligne de rupture future, isolés vers sa base, ou groupés par paquets dans ses centres. (Voyez Pl. III, fig. 13, une barbule blanche d'un Larus adulte, devant prendre une coloration foncée.)

Il se fait aussi dans les collections un peu d'extravasion dans la perte des couleurs; mais c'est alors une décoloration occasionnée ou par écaillement produit par l'humidité, ou par compression et expulsion de la graisse colorée par dessèchement. Cette décoloration marche de la périphérie vers le centre, comme celle des bouts ruptiles.

Il faut distinguer cette décoloration de la lente modification des couleurs qui se produit dans nos musées par l'effet d'une saponification des graisses sous l'influence continue de l'air et de la lumière.

Il ne faut pas confondre non plus la poussière colorée extravasée, et bien vite dispersée, avec la coloration vraiment externe que présentent

quelques oiseaux. Plusieurs espèces de différents ordres présentent, en effet, régulièrement ou accidentellement, sur certaines parties de leur corps, le plus souvent sur leurs faces inférieures, des colorations diverses plus ou moins accentuées et plus ou moins résistantes, provenant de frottements contre certains corps végétaux ou minéraux qu'elles affectionnent plus particulièrement.

Cette peinture extérieure a donné lieu quelquefois à l'établissement de fausses espèces, et dépend le plus souvent pour un oiseau du terrain qu'il habite, de la nourriture qu'il prend, ou du genre de vie qu'il mène.

M. Meves[1], dans un mémoire qui a été traduit par Gloger et inséré dans le Journal für Ornithologie, étudie la coloration brune et orangée de la gorge et de la poitrine du Gypaete du Midi. Il décrit cette coloration comme externe, capable d'être enlevée par un lavage acide, et l'attribue à des bains répétés de l'oiseau dans des eaux ferrugineuses.

Eug. von Homeyer[2] a également observé une coloration brune extérieure chez les Grues à leur nichée dans le nord ; et il l'attribue à de la terre marécageuse dont les oiseaux couvriraient leur corps au moyen de leur bec. Meves a encore observé la même chose, et ajoute que cette couleur est perceptible au toucher. Plusieurs canards prennent aussi au ventre une teinte rosée sur les végétaux qui leur servent de couche.

Quelques petits oiseaux tirent également des colorations variées, à la poitrine et au ventre, ou bien des matériaux qui leur servent à construire leurs nids, ou bien, quelquefois, du trou même qu'ils habitent. C'est ainsi que j'ai vu au printemps une Mésange boréale[3] presque entièrement rouge sur les faces inférieures.

Enfin un coloris extérieur, s'attachant spécialement à la gorge, proviendra quelquefois aussi d'un aliment colorant, comme nous le montre

[1] Die röthliche Färbung bei *Gypaetus Barbatus*, von Cons. W. Meves. *Journal für Ornithologie*, vol. X, 1862, Heft 2.

[2] Ueber die Rückenfärbung des brutenden Kranichs, von Eug. von Homeyer. *Journal für Ornithologie*, vol. XII, 1864, Heft 5.

[3] Parus Borealis, par V. Fatio. *Bulletin de la Société Ornithologique suisse*, vol. I, 1re partie.

la couleur de rouille foncée qui couvre souvent la gorge et la poitrine du Casse-noix, lorsqu'il est descendu, pendant les froids, jusque dans les vallées, et qu'il s'est avidement repu des noisettes qu'il passionne.

Conclusions.

Je viens de signaler les principaux agents modificateurs des plumes, ainsi que leur mode d'action. J'ai expliqué comment ces mêmes agents pouvaient produire quelquefois des effets variés dans des conditions différentes. J'ai montré, enfin, comment un certain équilibre était nécessaire entre les influences internes et les conditions externes pour maintenir la coloration de l'espèce dans ses limites typiques.

Je ne veux pas certifier avoir prévu tous les divers cas naturels ou accidentels. Je ne veux pas davantage prétendre avoir soumis à mon étude toutes les différentes plumes que peuvent présenter tous les oiseaux. J'ai laissé à dessein de côté quelques modifications purement ornementales; mais je pense avoir, du moins, étudié et observé les formes principales, les plus ordinaires, et, pour ainsi dire, les plus naturelles. J'ai la ferme conviction que toute forme et tout phénomène nouveaux pourront trouver facilement leur explication sur la voie que j'ai ouverte.

Il reste toujours des lacunes à combler, et personne ne peut espérer jamais dire le dernier mot sur un point quelconque d'une étude aussi vaste que celle de la nature. Cependant, j'ai cherché à approfondir autant que possible chaque question, pour trouver dans l'expérience quelque chose de plus solide qu'une théorie; j'ai cherché, en un mot, à faire à l'hypothèse la part la plus minime.

Je comprends, non plus seulement, la répartition des couleurs plus ou moins éclatantes selon les pays et les climats; mais aussi la formation des races et des variétés locales par des conditions d'hygrométrie, de température, et même de nutrition différentes.

Je me rends facilement compte de toutes les petites variations acciden-

telles; j'en saisis les causes; je sais pourquoi, à telle époque, tel oiseau se trouve plus avancé que tel autre. Je m'explique la grande variabilité dans la couleur; mais, quoique je voie dans cette altération si facile la faiblesse comparée des caractères tirés de la coloration, je trouve cependant une limite aux modifications possibles, dans l'union de certaines couleurs et de certains effets avec certains développements moins variables de forme et de structure.

Genève, 1er février 1866.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Fig. 1. Une plume naissante du jeune *Turdus Torquatus*, encore en partie dans sa gaîne, supportant à son extrémité la touffe duveteuse paucière qu'elle est venue remplacer (grossie environ cinq fois): *a*, gaîne protectrice; *b*, extrémité de la plume; *c*, petite gaîne du duvet; *d*, barbe duveteuse; *e*, section de barbe plus grossie; *f*, barbule duveteuse.

Fig. 2. Section d'une barbe duveteuse plumaire annelée du *Parus Coeruleus* (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe; *b*, barbule; *c*, renflement pigmenté.

Fig. 3. Section d'une barbe duveteuse paucière croisée du jeune *Larus Argentatus* (grossie environ 60 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule qui a pris naissance à droite et se rend à gauche; *c*, barbule croisant de gauche à droite.

Fig. 4. Section d'une barbe duveteuse plumaire de l'*Anas Boschas* (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe; *b*, barbule droite uniforme ; *c*, renflement en forme de cœur; *d*, segment à crochets capable de se développer en un renflement semblable à *c*.

Fig. 5. Section d'une barbe duveteuse plumaire tordue du *Tetrao Lagopus* (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe ; *b*, point de torsion en spirale de la barbule ; *c*, petit renflement analogue à celui du *Parus*.

Fig. 6. Sections de deux barbes d'une rémige du *Strix Aluco*, vues par-dessus (grossies environ 40 fois) : *a*, barbes; *b*, barbules externes ; *c*, base des barbules internes; *d*, filet extrême des barbules internes; *e*, crochets droits et nombreux disposés régulièrement sur les barbules.

Fig. 7. Barbule optique non dilatée d'un *Sturnus Vulgaris*, en automne (grossie environ 150 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire implanté dans la barbe ; *c*, granules pigmentaires latents ; *d*, crochet d'un segment.

Fig. 8. La même barbule du *Sturnus* dilatée artificiellement, sans solution et par l'humidité seulement (grossie également 150 fois environ) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire un peu modifié ; *c*, pigment interne non dissout ; *d*, matière corticale développée incolore ; *e*, cloison séparatrice ; *f*, crochet latéral diminué par le gonflement.

Fig. 9. Tuyau basilaire d'une petite plume (grossi environ 30 fois) : *a*, tige pénétrée par le carmin ; *b*, axe médullaire ; *c*, barbe ; *d*, barbule ; *e*, reste sous-paucier de la gaîne ; *f*, paroi corticale du tuyau ; *g*, opercule intérieur ; *h*, graisse arrivant à l'extérieur entre la gaîne et le tuyau.

PLANCHE II.

Fig. 1. Partie de barbe d'une plume ordinaire pectorale du *Fringilla Cannabina*, en arrière-automne, et en voie de coloration, vue à la lumière transverse (grossie environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, bout ruptile et point de cassure ; *c*, barbule sessile très-faiblement segmentée ; *d*, coloration latente ; *e*, coloration apparente ; *f*, segmentation fugitive.

Fig. 2. Une même barbe ordinaire pectorale du *Fringilla Cannabina*, au printemps, vue à la lumière transverse (grossie aussi 80 fois) : *a*, point de cassure et d'appointissement de la barbe ; *b*, barbule sessile ; *c*, fibre de la matière corticale.

Fig. 3. Sections de quelques barbes extrêmes d'une plume optique pectorale de l'Étourneau (*Sturnus Vulgaris*) en voie de coloration et de mue ruptile, vues à la lumière transverse (grossies environ 30 fois) : *a*, barbe ; *b*, bouts rutiles ; *c*, barbule externe comparativement peu développée ; *d*, barbule interne supérieure plus développée ; *e*, points de cassure ; *f*, partie de barbe dépourvue de ses barbules ; *g*, extravasion graisseuse ; *h*, crochets par délitement.

Fig. 4. Section d'une barbe mixte du croupion du *Fringilla Cœlebs*, vue par transparence (grossie environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule ; *c*, extrémité d'une barbule gonflée par accumulation pigmentaire ; *d*, crochet par délitement ; *e*, segmentation de la barbe ; *f*, noyau pigmentaire ; *g* et *h*, barbules rompues.

Fig. 5. Partie d'une plume mixte de l'*Emberiza Citrinella*, vue, à droite à la lumière incidente, et à gauche à la lumière transverse (grossie environ 40 fois) : *a*, tige ; *b*, barbe vue par incidence ; *c*, barbules internes supérieures ; *d*, barbule externe inférieure ; *e*, segmentation de la tige ; *f* et *g*, barbule et barbe vues par transparence.

Fig. 6. Une plume optique pectorale du *Sturnus Vulgaris*, en automne et avant la mue ruptile : *a*, extrémité blanche sessile ; *b*, reflets développables ; *c*, coloration provenant des renflements du duvet annelé.

Fig. 7. La même plume optique du *Sturnus*, au printemps et après la mue ruptile ; *a*, extrémité appointie par rupture ; *b*, reflets développés ; *c*, partie décolorée par chute des barbules duveteuses.

Fig. 8. Deux barbes ordinaires soudées d'une plume frontale du *Fringilla Carduelis*, vues à la lumière transverse, et une barbe isolée de la même plume vue à la lumière incidente (grossies environ 40 fois) : *a*, barbe vue par incidence ; *b*, deux barbes vues par transparence ; *c*, fibres corticales entrecroisées.

Fig. 9. Une barbule optique, parfaite et au printemps, de la poitrine du *Sturnus Vulgaris*, à la lumière transverse (grossie environ 140 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire de la barbule ; *c*, segment cylindrique ; *d*, fibres corticales ; *e*, cloison séparatrice claire.

Fig. 10. Une barbule optique de l'œil du Paon, vue à la lumière transverse (grossie environ 95 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, segment basilaire ; *c*, cloison foncée ; *d*, segment régulier à crochet.

Fig. 11. Une autre barbule optique de l'œil du Paon, vue aussi par transparence et au même grossissement : *a*, barbe ; *b*, base ; *c*, cloison ; *d*, segment ondulé.

PLANCHE III.

Fig. 1. Barbes et barbules d'une plume optique pectorale du *Sturnus Vulgaris*, au printemps, vues par transparence (grossies environ 80 fois) : *a*, barbes ; *b*, barbule interne supérieure ; *c* et *d*, barbules externes inférieures pas encore complétement développées ; *e*, pigment extravasé en paquet ; *f*, bout effilé d'une barbule encore à colorer ; *g*, bout décoloré ruptile se délitant, *h*, barbule s'appointissant par écorcement ; *i*, segment développé ; *k*, cloison séparatrice.

Fig. 2. Barbe et barbules d'une plume optique pectorale du *Sturnus*, au printemps, vues à la lumière incidente (grossies environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule interne ; *c*, barbule externe ; *d*, segment, partie brillante ; *e*, cloison, ligne obscure.

Fig. 3. Partie d'une barbe mixte et ordinaire du camail du *Phasianus Pictus*, vue par incidence (grossie environ huit fois) : *a*, barbe dégarnie et dilatée ; *b*, barbe plus mince, munie de barbules ; *c*, barbules noires ; *d*, barbules jaunes.

Fig. 4. Section d'une barbe émaillée de l'*Irena Puella*, vue de profil et à la lumière transverse (grossie environ 60 fois) : *a*, épiderme ; *b*, cellules verticales de l'émail ; *c*, cellules polygonales foncées ; *d*, barbule implantée à la face postérieure.

Fig. 5. Section de la même barbe émaillée de l'*Irena*, vue par-dessus et à la lumière incidente (grossie environ 60 fois) : *a*, points où l'émail a été enlevé ; *b*, barbules sessiles ; *c*, ondulations de l'émail.

Fig. 6. Détail de la barbe émaillée (grossi 300 fois environ) : *a*, cellule polygonale centrale ; *b*, cellule allongée verticale de l'émail ; *c*, cellule irrégulière plate de l'épiderme.

Fig. 7. Coupe verticale d'une barbe émaillée de l'*Irena* (grossie environ 60 fois) : *a*, face inférieure de la barbe ; *b*, émail très-développé à la face supérieure ; *c*, substance corticale centrale ; *d*, barbule implantée dans la partie inférieure.

Fig. 8. Coupe verticale d'une barbe optique du Paon (grossie environ 45 fois) : *a*, barbe ; *b*, accumulation pigmentaire à la face dorsale ou supérieure ; *c*, carène ventrale moins colorée ; *d*, barbule implantée près de la face supérieure.

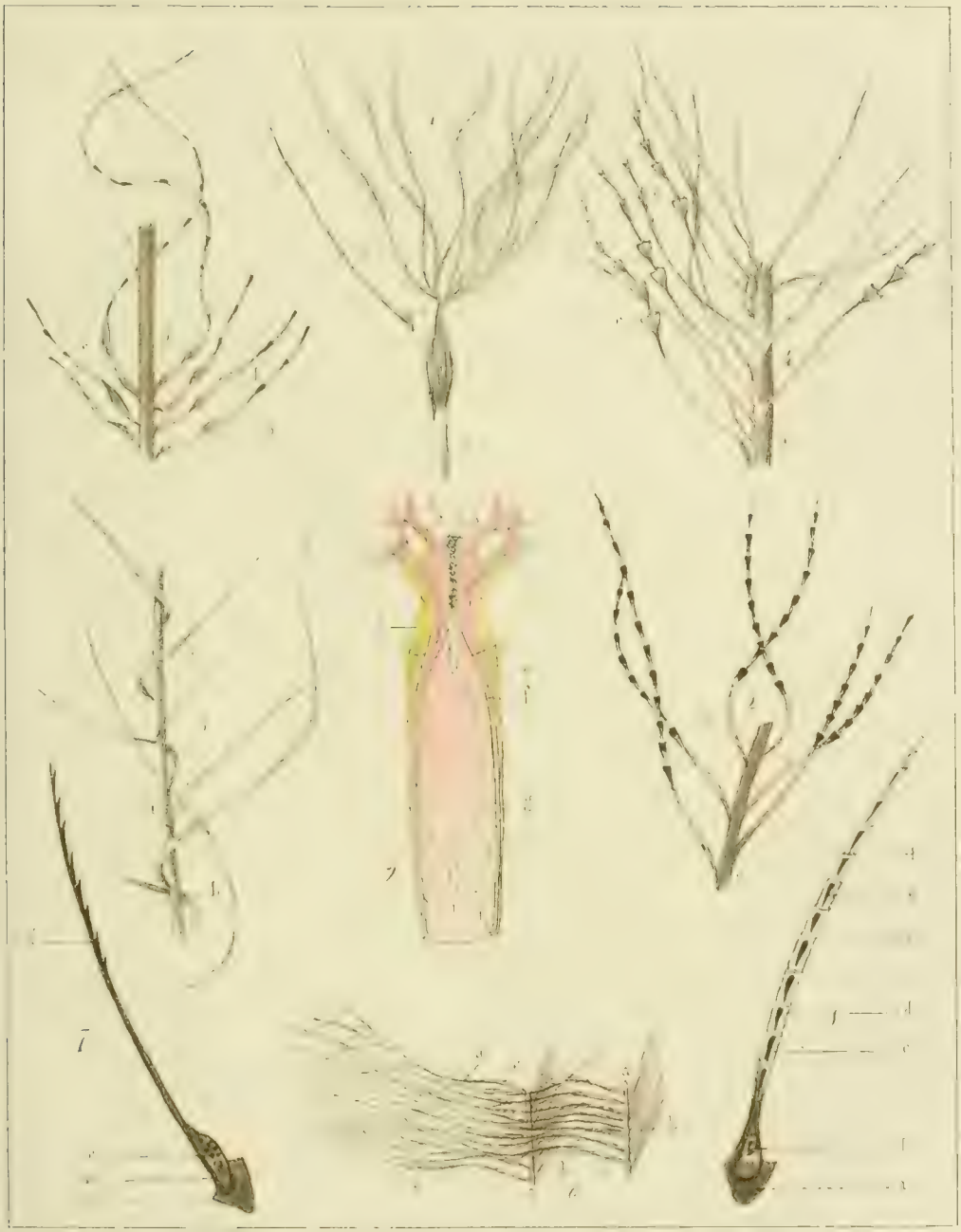
Fig. 9. Section d'une barbe optique d'une plume pectorale du *Selosphorus Ruber*, vue, à gauche à la lumière transverse, et à droite à la lumière incidente (grossie environ 80 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule vue par transparence ; *c*, courbe terminale de la barbule ; *d*, base d'une barbule tombée ou arrachée ; *e*, barbule vue à la lumière incidente ; *f*, segment brillant ; *g*, cloison obscure.

Fig. 10. Section d'une barbe d'une plume mixte du jeune *Larus Ridibundus*, en voie d'extravasion et vue par transparence (grossie environ 90 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule ; *c*, crochets ; *d*, pigment extravasé en poussière.

Fig. 11. Une plume mixte du jeune *Larus Ridibundus*, en voie de décoloration ; deux flèches indiquant les directions des deux marches contraires : *a*, bouts ruptiles décolorés ; *b*, partie non encore décolorée; *c*, partie centrale en pleine extravasion ; *d*, partie déjà décolorée.

Fig. 12. Une barbule de la tête du jeune *Larus*, devenue blanche par extravasion (grossie environ 280 fois) : *a*, section de la barbe ; *b*, barbule décolorée ; *c*, fissure ; *d*, carène détruite ; *e*, canal dorsal vide.

Fig. 13. Une barbule de la tête d'un *Larus Ridibundus* adulte, qui, blanche aussi, deviendra brune (grossie environ 280 fois) : *a*, barbe ; *b*, barbule : *c*, carène intacte ; *d*, segmentation presque insensible ; *e*, granules pigmentaires latents ; *f*, dépôts centraux du canal dorsal.



V. Patro. del.

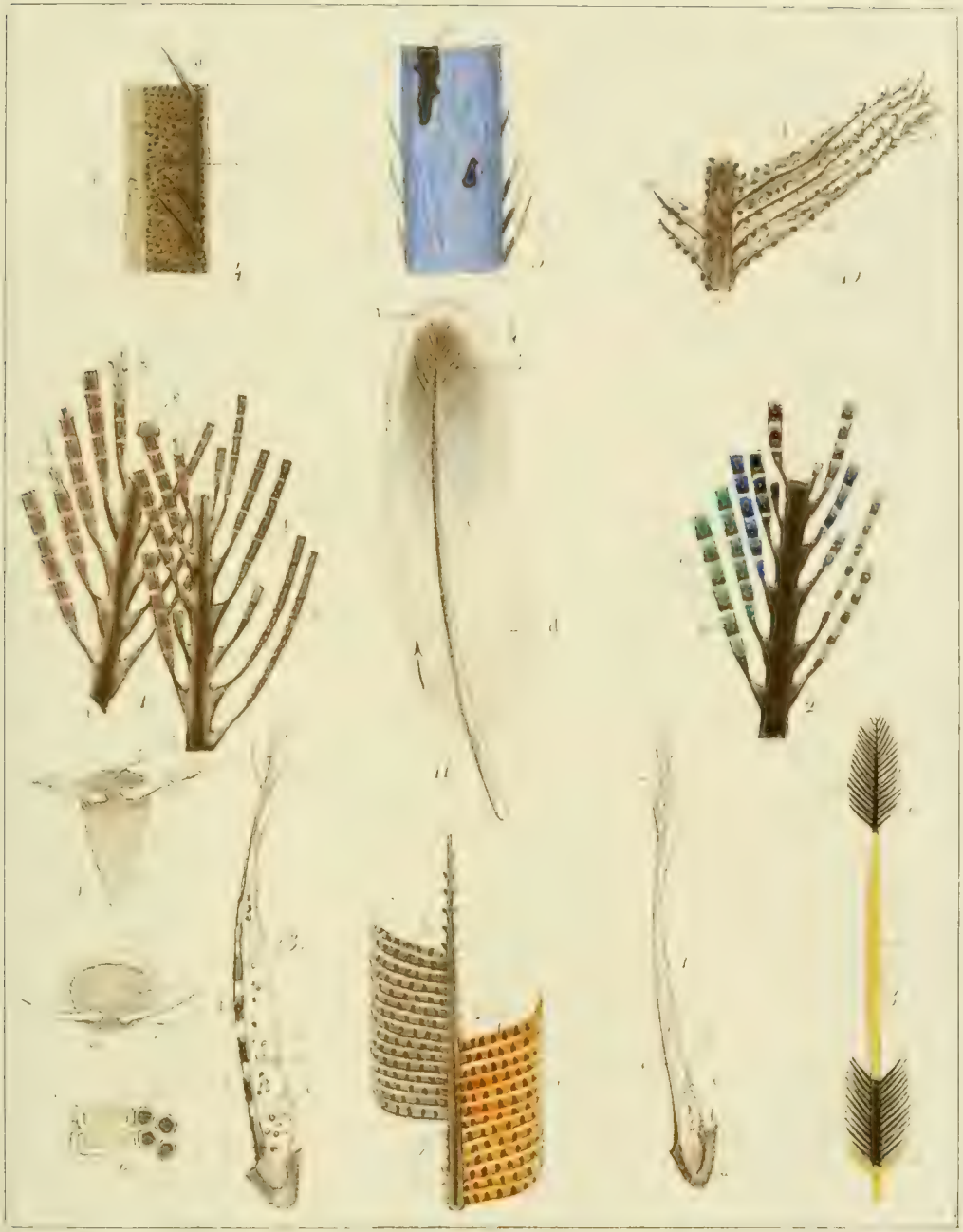
E Vanthev Lith

COLORATION DES PLUMES.

V. Fatio. del

E. Vauthey. Lith

COLORATION DES PLUMES.



E. Jacobey Lith.

COLORATION DES PLUMES.

EXPÉRIENCES FAITES A GENÈVE

AVEC

LE PENDULE A RÉVERSION

PAR

E. PLANTAMOUR
Professeur

INTRODUCTION

Dans une de ses premières séances, au commencement de l'année 1862, la Commission [1] géodésique suisse avait décidé de comprendre la détermination de la pesanteur effectuée dans différents points de la Suisse, au nombre des opérations qui se rattachaient à la mesure de l'arc du méridien traversant le centre de l'Europe. Il fut décidé de plus, que l'appareil qui serait employé pour cette détermination, serait le pendule à réversion, dont l'idée première revient à Bohnenberger, et sur la construction duquel Bessel a donné des indications très-précieuses dans son mémoire sur le pendule, publié dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin* pour l'année 1826. Ce n'est cependant pas avec un pendule construit d'après ce principe, mais avec un appareil tout différent, que Bessel a fait les expériences rapportées dans ce mémoire, à l'aide desquelles il a déterminé la longueur du pendule simple à Königsberg, ainsi que celles qu'il a faites quelques années plus tard à Berlin, et qui

[1] Cette commission était composée dans l'origine, en 1861, de MM. le général Dufour; le professeur Wolf, directeur de l'observatoire fédéral à Zurich; Denzler, ingénieur à Berne; Hirsch, directeur de l'observatoire de Neuchâtel, et E. Ritter, à Genève. A la mort de M. Ritter, survenue au printemps de 1862, je fus appelé à le remplacer dans la commission.

sont publiées dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin* pour l'année 1855. L'exécution d'un pendule à réversion, construit d'après les principes indiqués par Bessel, fut confiée aux célèbres artistes de Hambourg, MM. Repsold, et comme il avait été convenu que les observations seraient faites en premier lieu à Genève, l'instrument me fut expédié dans l'automne de l'année 1864. J'ai commencé déjà à la fin de cette année, et j'ai continué au commencement de l'année suivante les expériences à l'aide desquelles on obtenait, d'une part, la distance entre les couteaux mesurée à l'aide de l'appareil micrométrique et de l'échelle, d'autre part, la durée d'une oscillation, en suspendant le pendule alternativement sur l'un et sur l'autre des deux couteaux. Dès ces premières expériences, l'accord entre les longueurs obtenues d'un jour à l'autre pour la distance des couteaux m'a montré qu'on pouvait disjoindre ces deux opérations, et qu'il était même préférable de faire séparément la détermination de la durée d'une oscillation et celle de la distance entre les couteaux, puisque celle-ci pouvait être considérée comme étant sensiblement constante, à la même température.

La durée d'une oscillation, qui est d'environ trois quarts de seconde, n'était pas déterminée par la méthode des coïncidences à l'aide d'un pendule auxiliaire servant de régulateur à une horloge, mais elle devait être déduite de l'intervalle de temps employé pour un certain nombre d'oscillations. Pour obtenir cet intervalle, ou la différence entre l'instant du commencement et celui de la fin d'une série d'oscillations, on observait dans une lunette placée à 5 $^1/_2$ mètres de distance les passages du pendule par la verticale, en donnant à l'aide d'un levier-clef un signal électrique, qui s'enregistrait sur le chronographe, au moment où un point de repère tracé sur la monture du couteau inférieur passait derrière le fil de la lunette. La moyenne de 100 passages ainsi enregistrés (c'est le nombre qui a été presque toujours employé) donnait l'instant chronographique du commencement de la série; l'instant de la fin était obtenu également par la moyenne de 100 passages observés au bout d'un certain laps de temps, et l'on avait ainsi l'intervalle chronographique entre

le commencement et la fin, qu'il s'agissait de transformer en temps pour en déduire la durée d'une oscillation en divisant par le nombre des oscillations. J'avais cherché à déduire par quelques expériences préliminaires l'influence que pouvaient avoir les erreurs accidentelles dans l'observation du passage du pendule par la verticale et dans le signal correspondant. En réduisant avec la valeur approximative d'une oscillation chaque passage à la moyenne des 100 passages observés, j'avais trouvé par la somme des carrés des écarts, que l'erreur moyenne sur un passage était d'environ $\pm 0^s,05$ et par suite l'erreur probable d'une moyenne de 100 passages était seulement $\pm 0^s,002$. On n'avait ainsi à redouter qu'une incertitude de $\pm 0^s,0028$ sur l'intervalle compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations, déterminés chacun par la moyenne de 100 passages, en tant que cette incertitude provenait des erreurs fortuites dans l'observation des passages. Or, comme $0^s,0028$ n'est que $\frac{1}{100000}$ sur 280 secondes, j'avais cru préférable de prendre un intervalle de quelques minutes seulement entre le commencement et la fin de la série d'oscillations, puisqu'il suffisait d'un intervalle de moins de 5 minutes pour réduire à $\frac{1}{100000}$ l'influence des erreurs fortuites dans l'observation des passages, et qu'il existait d'autres causes d'erreur pouvant augmenter proportionnellement avec le temps. J'ai fait d'après cela une série complète d'expériences dans les différents modes d'ajustement des couteaux, et dans les différents modes de suspension du pendule, en prenant en moyenne entre le commencement et la fin des oscillations l'intervalle de 576 secondes employé par 500 oscillations.

La discussion de cette première série d'expériences m'a montré, d'une part, qu'il existait une différence assez notable, de $\frac{1}{10000}$ environ, dans la durée de l'oscillation, suivant que le pendule était suspendu par le couteau le plus rapproché, ou par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, d'autre part, que les différentes valeurs obtenues d'un jour à l'autre pour la durée d'une oscillation, dans le même mode de suspension, présentaient des écarts bien plus considérables que ceux qui pouvaient provenir des erreurs fortuites dans l'observation des passages du

pendule par la verticale. En effet, tandis que l'incertitude due à cette cause ne s'élevait qu'à $\pm 0^s,0028$ sur l'intervalle compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations, il résultait des écarts entre les chiffres obtenus pour la durée d'une oscillation, que l'incertitude sur l'intervalle s'élevait en réalité à $\pm 0^s,012$. Cette incertitude correspond à $\frac{1}{31000}$ de l'intervalle de 376 secondes employé pour 500 oscillations, elle s'élève ainsi à une fraction beaucoup plus considérable que celle qui peut être admise dans des recherches de cette nature. Il importait donc de chercher quelles pouvaient être les causes de cette incertitude, et si elle resterait la même, ou à peu près, lors même que l'intervalle de temps compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations serait considérablement augmenté, ce qui diminuait naturellement dans la même proportion la fraction représentant l'incertitude.

La nécessité de modifier le système d'observation, en vue d'obtenir la durée d'une oscillation avec une plus grande précision, était surtout commandée par le fait, que la durée d'une oscillation n'était pas la même, suivant que le pendule était suspendu par l'un, ou par l'autre des deux couteaux. En effet, d'après la théorie du pendule à réversion, la distance entre les deux couteaux n'est égale à la longueur du pendule simple effectuant dans le vide une oscillation dans le même temps que la durée observée dans l'air, qu'autant que cette durée observée est exactement la même, le pendule étant suspendu par l'un, ou par l'autre des couteaux. Bessel indiquait dans son mémoire, que cette égalité pouvait être obtenue, approximativement du moins, en déplaçant l'un ou l'autre des disques placés aux deux extrémités de la tige du pendule, et dont l'un est plein et l'autre creux ; en faisant ainsi varier la distance du centre de gravité relativement à chacun des couteaux, on pouvait arriver par tâtonnement à obtenir approximativement la même durée d'oscillation dans les deux modes de suspension. L'appareil construit par Repsold est disposé de manière à permettre d'effectuer cette correction en déplaçant l'un ou l'autre des disques, mais ce n'est pas la méthode que j'ai suivie. En effet, cette méthode de correction de la position du centre de gravité relative-

ment aux couteaux, par voie de tâtonnement, aurait nécessité une longue série d'essais, qui auraient donné des résultats complétement inutiles, jusqu'à ce que l'on fût parvenu à obtenir dans les deux modes de suspension une durée d'oscillation égale, ou ne différant du moins que d'une quantité comprise dans les limites de l'exactitude des observations. Il aurait été de plus très-difficile d'arriver par ce moyen à une approximation suffisante, lors même que l'erreur des observations aurait été réduite autant qu'on peut l'espérer, c'est-à-dire à $\pm 0^s,000005$ sur la durée d'une oscillation, soit $\frac{1}{150000}$; cela suppose effectivement, qu'un intervalle de 2150 secondes, tel que celui qui serait employé par un peu plus de 2800 oscillations, serait soumis à une incertitude de $\pm 0^s,014$ seulement. Même dans ce cas, les limites dans lesquelles on pourrait affirmer que la durée d'oscillation est approximativement la même dans les deux modes de suspension, sont de $\pm 0^s,0000071$, soit de $\frac{1}{100000}$ environ; or, il s'en faut de beaucoup que, dans ces limites d'approximation, la distance entre les couteaux puisse être prise comme étant la longueur du pendule simple effectuant dans le vide une oscillation dans le même temps que la durée observée; l'erreur pourrait s'élever à $0^l,006$ ou à $0^l,012$, suivant que l'on prendrait l'un ou l'autre des deux modes de suspension.

La méthode que j'ai suivie m'a été suggérée par M. Ch. Cellérier, qui a bien voulu me communiquer ses recherches sur le pendule, qu'il a publiées dans le Tome XVIII des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*. Dans le § 5 de son Mémoire, dans lequel il s'occupe du pendule à réversion, M. Cellérier montre que, lors même que les durées observées t et t' d'une oscillation, suivant que le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché, et par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, ne sont pas égales, mais la quantité $\frac{t-t'}{t}$ étant assez petite pour qu'on puisse négliger les termes de l'ordre du carré, l'on peut déduire de ces durées la longueur du pendule simple. Seulement, ce n'est pas la distance directement mesurée entre les deux couteaux, qui est égale à la longueur du pendule simple effectuant dans

le vide une oscillation dans le même temps que la durée observée, mais cette distance, augmentée d'une correction qui dépend de $\frac{t-t'}{t}$, et de la distance qui sépare le centre de gravité de l'appareil du centre de figure, ou du milieu de l'intervalle entre les deux couteaux. La correction n'est pas la même, suivant que le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché, ou par le couteau le plus éloigné du centre de gravité; dans le premier cas, elle a pour facteur la distance du centre de gravité au couteau le plus éloigné, et, dans le second cas, la distance au couteau le plus rapproché.

Sans entrer dans plus de détails sur la théorie de l'instrument et sur la méthode, qui a pour but de déterminer les corrections devant être apportées aux observations et aux mesures, au lieu de corriger l'instrument lui-même, détails que l'on trouvera dans le mémoire de M. Cellérier, je ferai remarquer que la fraction $\frac{1}{5000}$ environ, obtenue dans mes premières expériences pour la valeur de $\frac{t-t'}{t}$, est assez petite pour que son carré puisse être négligé, et qu'il fût inutile de chercher à la réduire encore, en déplaçant l'un des disques pour modifier la distance du centre de gravité à chacun des couteaux. Il importait seulement de déterminer ces distances avec la plus grande exactitude possible, puisqu'elles servent à calculer les corrections qui doivent être apportées à la longueur mesurée; cette détermination exigeait un appareil spécial, pour lequel je me suis adressé à MM. Repsold, qui m'ont soumis un projet d'exécution accompagné d'un dessin. Ce projet ayant été approuvé, il a été exécuté, et l'appareil, dont on trouvera plus loin la description, m'a été envoyé dans les derniers jours de l'année 1865; les expériences ont montré qu'il remplissait parfaitement le but que l'on avait en vue.

Il restait enfin à chercher, si en modifiant le mode d'observation par lequel la durée d'une oscillation était obtenue, c'est-à-dire en augmentant considérablement l'intervalle compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations, l'exactitude devenait plus grande. Si les causes d'erreur qui affectent la détermination de cet intervalle sont de

nature à augmenter avec le temps dans une proportion notable, il y aurait évidemment peu d'avantage à opérer sur un intervalle long, plutôt que sur un intervalle court; mais il n'en est pas de même, si les causes d'erreur affectent de la même quantité, à peu près, un intervalle de temps obtenu chronographiquement, qu'il soit de quelques minutes seulement, ou beaucoup plus long. J'ai fait par conséquent une nouvelle série d'expériences, dans lesquelles la durée d'une oscillation était déduite de celle de 2828 oscillations; le commencement et la fin de chaque série étaient déterminés, comme précédemment, par la moyenne de 100 passages observés du pendule par la verticale, seulement ces deux instants étaient séparés par un intervalle de 2130 secondes, au lieu de 376, comme dans mes premières expériences. La discussion de ces nouvelles observations m'a montré que l'incertitude sur un intervalle de 2130 secondes n'était que de $\pm 0^s,014$, c'est-à-dire très-peu supérieure à celle que j'avais trouvée pour un intervalle de 376 secondes; seulement, dans ce cas, la fraction qui représente l'incertitude est de $\frac{1}{150000}$.

Cette nouvelle série d'expériences, qui s'est prolongée jusque vers la fin de l'hiver dernier, suffit pour donner avec la précision voulue la durée d'une oscillation dans les différents modes de suspension du pendule, et dans les différents modes d'ajustement des couteaux. Il ne m'est cependant pas possible de donner dès à présent le résultat définitif de ces expériences, c'est-à-dire la longueur du pendule simple effectuant dans le vide une oscillation dans une seconde de temps moyen, et, par suite, l'intensité de la pesanteur à Genève; je ne peux donner qu'un résultat provisoire et susceptible de quelques modifications, lorsque les recherches destinées à faire connaître quelques données instrumentales relatives à l'appareil auront été terminées. Ces données sont : la longueur absolue de l'échelle, qui sert à mesurer l'intervalle entre les couteaux, et sa comparaison avec un étalon connu; le coefficient de dilatation de la tige du pendule et celui de l'échelle. MM. Repsold, auxquels nous nous étions adressés pour avoir l'équation de l'échelle qu'ils avaient livrée avec l'instrument, nous ont répondu qu'il leur était impossible de

nous fournir la comparaison demandée avec l'un des étalons authentiques, comme la toise de Schumacher, ou celle de Bessel. Mais nous avons obtenu d'un autre côté de Son Exc. M. le général Baeyer l'assurance, que la comparaison avec la toise de Bessel pourrait être faite à Berlin, où l'échelle sera envoyée dans le courant de l'automne prochain. Lorsque nous aurons ainsi obtenu la correction $\pm c$ qu'il faut apporter à la longueur absolue de l'échelle, du trait 0 au trait 248l,5, pour avoir sa véritable longueur à 16° 1/4 centigr., il suffira d'appliquer la correction $\pm 1{,}772 \times c$ au chiffre obtenu pour la longueur du pendule simple faisant une oscillation dans une seconde de temps moyen.

Nous n'avons également pu obtenir de MM Repsold aucun renseignement sur le coefficient de dilatation du pendule et de l'échelle, ni même sur la composition de l'alliage, dont sont formés ces deux objets, ce qui aurait pu guider dans le choix du coefficient de dilatation.

La question de l'inégalité du coefficient de dilatation de l'échelle et du pendule se présente dans les mesures de la distance entre les couteaux faites à différentes températures; cette inégalité peut être, il est vrai, déduite des mesures elles-mêmes par la condition, que la somme des carrés des écarts entre les mesures faites à différentes températures soit réduite à un minimum. C'est ce que j'ai essayé de faire, j'ai trouvé ainsi que le coefficient de dilatation du pendule était plus grand que celui de l'échelle de 0,0000009, soit de $^1/_{21}$ environ; cette différence étant affectée d'une incertitude égale à un peu plus d'un septième de sa valeur. Le coefficient de dilatation du pendule entre comme une donnée importante dans le calcul des observations, pour réduire la durée de l'oscillation observée à une certaine température, à celle que l'on aurait eue à 16° $^1/_4$, température à laquelle une échelle divisée en pouces et lignes de Paris doit avoir sa longueur normale. A défaut de toute indication, qui pût me guider dans le choix à faire parmi les nombreuses déterminations du coefficient de dilatation des différentes espèces de laiton, j'avais pris pour commencer le chiffre de Lavoisier et Laplace, 0,00001878, puis j'ai cherché la correction qu'il fallait appliquer à ce

chiffre, pour réduire à un minimum la somme des carrés des écarts entre les durées d'une oscillation observée à différentes températures. Je suis parvenu ainsi à un nombre passablement plus élevé pour le coefficient de dilatation, savoir, 0,00002007 avec une incertitude de $\pm$0,00000034, soit de $^1/_{60}$ environ.

Il me paraît hors de doute qu'une détermination directe du coefficient de dilatation de l'échelle et du pendule doit faire connaître ces données instrumentales avec une approximation plus grande que celle à laquelle on peut atteindre par le procédé indirect, fourni par les observations et les mesures elles-mêmes. On peut craindre, en effet, dans le résultat obtenu par le procédé indirect, l'influence de bien des causes d'erreur que l'on n'a pas à redouter dans la détermination directe, sans compter qu'il importe de diminuer autant que possible le nombre des inconnues qui entrent dans la solution d'un problème, et d'en éliminer en particulier celles qui peuvent être obtenues d'une autre manière avec une approximation égale, ou supérieure, comme c'est le cas pour les données instrumentales dont il s'agit. Telle est la raison pour laquelle le résultat publié dans ce mémoire ne peut être considéré encore que comme provisoire, et non définitif. A défaut d'une détermination directe, j'ai bien été obligé de faire entrer le coefficient de dilatation du pendule et celui de l'échelle comme des inconnues dans la solution du problème; mais dès que ces données instrumentales auront été déterminées directement avec une approximation suffisante, les calculs de réduction devront être repris avec ces nouvelles valeurs, ce qui pourra amener une modification, très-légère à la vérité, dans le résultat obtenu. J'espère que les expériences relatives à la détermination de ces données instrumentales pourront être faites dans le courant de l'année, à Berne, à l'aide du comparateur récemment installé dans le bureau de contrôle des poids et mesures.

CHAPITRE I.

Description des appareils.

§ 1.

Pendule à réversion.

L'appareil du pendule est représenté en entier sur les deux figures de la planche I, à l'échelle de $^1/_2$ de la grandeur naturelle, la figure 1 donnant une vue de face, c'est-à-dire perpendiculairement au plan d'oscillation, et la figure 2 une vue de côté, c'est-à-dire prise dans le plan d'oscillation. La planche II représente en grandeur naturelle quelques parties de l'appareil, savoir les figures 3 et 5 une vue de face et une vue de côté de la partie supérieure du pendule et du plan de suspension; la figure 4 une vue prise d'en haut de la partie supérieure de l'appareil et du plan de suspension, après avoir enlevé le pendule, et la figure 6 une vue prise d'en haut du pendule lui-même, après avoir enlevé le disque près de l'extrémité de la tige.

Le pendule P se compose d'une tige cylindrique en laiton, de 7 lignes de diamètre, portant près des deux extrémités deux disques M et M′, d'égale dimension, dont l'un est plein et l'autre creux. Près de chacun de ces disques, la tige s'ouvre en forme de boucle, B B′, fig. 3, pour laisser la place aux couteaux dont les tranchants sont parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe de la tige, le pendule étant ainsi parfaitement symétrique de part et d'autre du milieu de la tige, qui est le centre de figure. Les couteaux sont en acier trempé; ils sont fixés dans leurs montures à l'aide des vis V, V, fig. 5 et 6, et les ressorts R, R, qui appuient les couteaux contre les coussins T, T, servent à les maintenir dans la même direction lorsqu'on les remet en place. Les couteaux peuvent être effectivement ajustés de différentes manières dans leurs montures, soit que l'on retourne chaque couteau bout à bout dans sa monture, soit que l'on

place alternativement chaque couteau dans l'une ou dans l'autre des montures. Cette disposition permet d'éliminer les petites erreurs qui pourraient résulter d'une petite inégalité dans la forme des couteaux, et d'un défaut de parallélisme des tranchants. Il en résulte quatre combinaisons différentes dans l'ajustement des couteaux, que j'ai désignées dans la suite du mémoire par les initiales A, B, C et D, et que l'on peut distinguer les unes des autres à l'aide des marques . et . ., qui sont tracées à l'une des extrémités des couteaux et de leurs montures. Celle des montures, qui est la plus rapprochée du disque creux, porte à l'une de ses extrémités la marque . et à l'autre extrémité l'inscription du nom du fabricant; l'autre monture, celle qui est la plus rapprochée du disque plein, porte d'un côté la marque . . Voici maintenant dans les différents modes d'ajustement la position relative des marques sur les couteaux et sur leurs montures :

Ajustement A	La marque . du couteau correspond à la marque . de la monture. La marque . . » » » » . . » »
Ajustement B	Les couteaux sont retournés bout à bout, chacun dans sa monture, en sorte que les marques correspondantes se trouvent à des extrémités opposées.
Ajustement C	Les couteaux sont échangés dans leurs montures, de telle façon que les marques sur les couteaux et sur les montures se trouvent à des extrémités opposées.
Ajustement D	La marque . du couteau correspond à la marque . . de la monture. La marque . . » » » » . » »

Lorsque le pendule n'est pas en observation, il peut être soulevé au-dessus du plan de suspension sur les fourchettes F, F, figure 5; ces fourchettes reposent par l'intermédiaire de ressorts sur une tige Z, qui peut être élevée, ou abaissée, au moyen de la vis E. Cette disposition permet, en outre, de mesurer l'écrasement des couteaux provenant du poids du pendule; à cet effet, le pendule étant suspendu sur les fourchettes F, F, on l'abaisse par le moyen de la vis E jusqu'à ce que le tranchant du couteau soit presque en contact avec le plan de suspension, de manière à ne laisser apercevoir entre eux qu'un très-mince filet de lumière. En plaçant alors sur le disque supérieur M un petit poids additionnel,

le pendule est légèrement abaissé par la flexion des ressorts, de façon à ce que le filet de lumière disparaisse et que le tranchant du couteau soit en contact avec le plan de suspension. On lit sur le microscope inférieur la division correspondante au tranchant du couteau inférieur, puis on abaisse complétement la fourchette à l'aide de la vis E, de telle sorte que le pendule repose de tout son poids sur le tranchant du couteau supérieur, et on fait une seconde lecture du microscope inférieur sur le tranchant du couteau inférieur. Si le poids du pendule reposant sur le couteau supérieur produit une altération de sa forme, ou un écrasement, le tranchant du couteau inférieur sera à un niveau plus bas dans la seconde observation que dans la première, ce qui sera indiqué par la différence entre les deux lectures.

Le plan de suspension, qui est également en acier trempé, est représenté vu d'en haut dans la figure 4; les arêtes de la face supérieure sont rabattues en forme de bizeau, comme on peut le voir dans les figures 3 et 4. Il présente au milieu une gorge, ou rainure transversale, G, G, figures 4 et 5, qui permet de faire l'observation du tranchant du couteau supérieur. Des ouvertures correspondantes sont pratiquées dans les deux côtés de la boucle formée par la tige du pendule; en plaçant un petit réflecteur près de l'ouverture opposée au microscope, on voit alors le tranchant du couteau supérieur se détacher en noir sur le champ blanc du réflecteur. Si l'on veut, au contraire, faire l'observation en éclairant le couteau, on insinue par cette ouverture un très-petit réflecteur qui éclaire la face du couteau tournée vers le microscope, en sorte que l'on voit le tranchant éclairé se détachant sur un fonds obscur. Malheureusement, l'excessive petitesse de ce réflecteur et sa position, qui ne laisse arriver que difficilement la lumière diffuse du jour et s'oppose à un éclairage artificiel, rendent ces observations assez peu faciles, et même, dans une salle très-claire, je ne pouvais les faire que par un temps découvert, et en hiver au milieu du jour. Il serait certainement à désirer que cette rainure pût être agrandie, de manière à permettre le passage d'un réflecteur plus grand. Pour le couteau inférieur, cette dif-

ficulté ne se rencontre pas, parce qu'un réflecteur d'une dimension suffisante peut être placé sur le tranchant du couteau, que l'on voit se détacher sur le champ noir placé devant l'ouverture de la boucle opposée au microscope; pour l'observation du couteau obscur, on remplace ce champ noir par le réflecteur blanc, qui se trouve sur l'autre face, et on place sur le tranchant du couteau un capuchon pour l'obscurcir.

Le comparateur, ou porte-microscopes D, est représenté dans les figures 1 et 2; il est retenu dans sa partie supérieure par la bride A, qui est assujettie au plateau supérieur H, figure 4; l'extrémité inférieure se termine par un pivot, qui entre dans une douille fixée au plateau inférieur, le comparateur peut ainsi tourner autour d'un axe que l'on rend vertical à l'aide des vis de correction qui servent à ajuster la position de la douille. Le niveau, qui sert à vérifier la verticalité de l'axe, peut être placé soit sur le microscope supérieur, soit sur le microscope inférieur, et les microscopes sont munis de vis de correction pour les ajuster perpendiculairement à l'axe du comparateur. La vis I, figure 1, permet d'élever, ou d'abaisser un peu le comparateur, de façon à ce que le tranchant du couteau inférieur soit à peu près au milieu du champ du microscope inférieur; le microscope supérieur seul peut être également élevé ou abaissé à l'aide d'une vis S, figure 1, pour que le tranchant du couteau supérieur soit aussi approximativement au milieu du champ.

L'ajustement de l'échelle L, figures 1 et 2, est tout à fait semblable à celui du comparateur, la vis I′ permet de l'élever, ou de l'abaisser un peu, pour que le trait 0 de l'échelle soit à peu près au même niveau que le tranchant du couteau inférieur. La bride A′, qui retient l'extrémité supérieure, est fixée au plateau supérieur par l'intermédiaire de la pièce coudée N, figures 4 et 5; les vis U et U′ permettent de donner à cette bride A′ un petit mouvement dans un plan horizontal, pour éloigner, ou rapprocher l'extrémité supérieure de l'échelle de l'axe du comparateur. Lorsque la distance focale du microscope supérieur aura été ajustée sur le tranchant du couteau supérieur, on peut, par ce moyen, amener les divisions de l'échelle à être également au foyer. L'échelle est également

mobile autour d'un axe que l'on peut rendre vertical à l'aide des vis de correction; l'extrémité supérieure de l'échelle se termine par un pivot sur lequel on peut ajuster une pièce, entrant à frottement juste, qui porte le niveau. A la hauteur du microscope supérieur, les divisions ne sont tracées sur l'échelle que sur une longueur d'un peu plus d'un pouce; elles donnent immédiatement le dixième de ligne, mesure de Paris; à la hauteur du microscope inférieur, il ne se trouve qu'un seul trait tracé sur l'échelle, le 0 de la division. La position exacte du tranchant du couteau inférieur relativement au trait 0 de la division, ainsi que celle du tranchant du couteau supérieur relativement aux deux traits de la division, entre lesquels il est compris (248l,4 et 248l,5, la distance entre les couteaux étant un peu au-dessous de 248l,5), sont données par la lecture des microscopes, en faisant tourner le comparateur d'un angle de 51° autour de son axe, pour le diriger alternativement sur le pendule et sur l'échelle.

Chacun des microscopes porte deux fils horizontaux parallèles, mobiles à l'aide d'une vis micrométrique; l'intervalle entre ces deux fils est un peu plus grand que l'épaisseur d'un trait de la division de l'échelle; le tambour de chacune des vis micrométriques est divisé en 100 parties, et il faut environ quatre révolutions pour un dixième de ligne. La détermination exacte de la valeur d'une partie se trouve dans le chapitre suivant; elle est sensiblement plus forte, d'un dixième environ, pour le microscope inférieur que pour le microscope supérieur. Le grossissement des microscopes est d'environ 50; l'oculaire du microscope inférieur est prismatique, parce que, dans la vision directe, l'un des pieds de l'instrument gênerait l'observation du trait 0 de l'échelle. Un fil vertical tendu au foyer de chacun des microscopes permet de ramener le comparateur exactement dans la même position en le dirigeant sur l'échelle; cette précaution est nécessaire à cause d'une petite défectuosité dans le tracé des traits, qui ne sont pas parfaitement perpendiculaires à l'axe de l'échelle, surtout le trait 0, en sorte qu'ils ne sont pas rigoureusement parallèles aux fils horizontaux, lorsque ceux-ci

ont été ajustés horizontalement sur le tranchant des couteaux. Dans les observations de mesures, l'immobilité du pendule est assurée au moyen d'une pince Q, figure 1, qui fixe l'extrémité inférieure de la tige ; cette pince est susceptible d'un petit mouvement à l'aide de la vis X, afin que le pendule soit arrêté dans une position verticale. Cette position verticale est donnée par la condition, que le tranchant du couteau inférieur suit au foyer du microscope inférieur, lorsque la distance focale de ce dernier aura été ajustée sur le trait 0 de la division de l'échelle, et après avoir rectifié la verticalité de l'axe du comparateur et de l'échelle.

Dans l'observation des oscillations, l'amplitude est mesurée à l'aide d'un petit arc divisé de 10 en 10 minutes, qui s'étend de 2° de part et d'autre de la verticale ; cet arc est fixé au pied de l'instrument, qui se trouve en arrière dans la figure 1, ou à droite dans la figure 2. Cette position de l'arc divisé n'est pas très-heureuse, parce qu'il est placé à une distance trop considérable, de près de 11 pouces, en arrière de l'extrémité du couteau tournée vers l'observateur. Celui-ci observe les passages devant le fil d'une lunette d'un point de repère tracé sur la monture du couteau ; à moins que les dimensions de la salle permettent de placer la lunette à une distance très-considérable, on ne peut pas voir avec la netteté désirable les divisions de cet arc dans la lunette, lorsque la distance focale de celle-ci a été ajustée sur ce point de repère, ou sur la tranche antérieure du couteau. C'est en particulier ce qui m'est arrivé ; comme je ne pouvais pas reculer la lunette à une distance de plus de 17 pieds du pendule, la lecture de l'amplitude ne se faisait pas sans quelque difficulté, eu égard aussi à la rapidité du mouvement, la durée d'une oscillation étant de 3/4 de seconde. Malgré cet inconvénient, en suivant l'excursion de la tranche du couteau dans plusieurs oscillations consécutives, on parvient à déterminer sur l'arc divisé la limite de l'excursion à une petite fraction près de l'intervalle entre deux divisions, autant qu'il est permis d'en juger par l'accord des observations faites sur le décroissement de l'amplitude.

§ 2.

L'appareil destiné à déterminer la position du centre de gravité du pendule est représenté sur la planche III à l'échelle de moitié de la grandeur naturelle, la figure 1 donnant une vue d'en haut, la figure 2 une vue de face, et la figure 3 une section transversale. L'axe, ou le couteau, sur lequel le pendule doit être mis en équilibre, est formé par un double cône tronqué C, figures 1 et 3; ce double cône est susceptible d'un mouvement de rotation autour de son axe, à l'aide de la roue à molettes M, figures 1 et 2, fixée à l'une des extrémités, ce qui permet de faire avancer le pendule vers la droite ou vers la gauche d'un mouvement presque imperceptible, jusqu'à ce que l'on ait réussi à obtenir l'équilibre, et que le pendule ne penche ni d'un côté, ni de l'autre. Les fourchettes F F′, figures 1 et 2, servent à retenir le pendule et à l'empêcher de basculer complétement, lorsqu'il n'est pas encore en équilibre. La pièce, sur laquelle le pendule doit être mis en équilibre, est mobile sur une coulisse le long d'une règle R, figure 1, divisée en pouces et lignes de Paris, et elle peut être fixée à cette règle par le moyen de la vis U, figures 2 et 3, lorsqu'elle a été amenée à la position voulue. Le vernier V′ permet de déterminer exactement la division de la règle correspondant à la position dans laquelle la pièce a été fixée. La règle porte à l'une de ses extrémités une coulisse, à laquelle on peut donner un petit mouvement, dans le sens de la règle, au moyen de la vis X; cette coulisse est terminée à l'une de ses extrémités par une languette L, figures 1 et 2, que l'on amène, au moyen de la vis X, à affleurer le tranchant d'un des couteaux du pendule, lorsque celui-ci a été mis en équilibre. L'autre extrémité de la coulisse porte un vernier V, figure 1, qui sert à déterminer la division de la règle correspondant à la position de la languette. La longueur sur la règle donnée par la différence de la lecture des verniers V′ et V est égale à la distance du centre de gravité du pendule au couteau affleuré par la languette, moins une certaine lon-

gueur constante x, qui est égale à la somme des distances qui séparent d'un côté le zéro du vernier V de l'extrémité de la languette, d'un autre côté, le zéro du vernier V′ de l'axe du double cône tronqué, sur lequel le pendule a été mis en équilibre. Cette première observation faite, dans laquelle, suivant la figure, c'était le couteau le plus rapproché du disque plein qui était en contact avec la languette, le pendule est retourné pour faire la seconde observation, dans laquelle c'est le couteau le plus rapproché du disque creux, qui est mis en contact avec la languette. Pour cela, il faut desserrer la vis U et faire avancer la pièce, sur laquelle le pendule est mis en équilibre, de près de 75 lignes le long de la règle à laquelle elle est de nouveau fixée. L'équilibre exact du pendule dans cette nouvelle position ayant été obtenu à l'aide de la roue à molettes, la languette est amenée à affleurer le tranchant du couteau. La longueur sur la règle donnée par la différence de la lecture des deux verniers est maintenant égale à la distance du centre de gravité du pendule au couteau le plus éloigné, moins la même longueur constante x. L'on obtient ainsi la différence entre la distance du centre de gravité au couteau le plus éloigné et au couteau le plus rapproché, soit le double de la distance du centre de gravité au centre de figure; la distance entre les deux couteaux étant connue, on en déduit, par suite, celle du centre de gravité à chacun des couteaux.

Quant aux autres appareils que j'ai employés dans les observations de la durée d'une oscillation, le chronographe sur lequel les passages du pendule par la verticale étaient enregistrés, l'interrupteur par l'intermédiaire duquel la pendule auxiliaire trace les secondes sur la bande de papier, je peux me borner à les mentionner; ces appareils ont été en effet décrits en détail dans le mémoire sur la détermination télégraphique de la différence de longitude entre les observatoires de Genève et de Neuchâtel, qui a été publié par M. A. Hirsch et par moi. J'ajouterai seulement que l'instrument, qui servait à l'observation des passages du pendule par la verticale, est un théodolithe de Meyerstein, dont la lunette a 15 lignes de Paris d'ouverture et dont le grossissement est de 37 fois.

Le plan d'oscillation coïncidait presque exactement avec le méridien, et le théodolithe était placé à l'Est du pendule, à une distance de 5 1/2 mètres.

CHAPITRE II.

Des mesures.

§ 5.

Mesures de la distance des couteaux.

La rectification de l'appareil nécessite les opérations suivantes qui étaient faites avant de commencer les mesures. L'horizontalité du plan de suspension était vérifiée avant de suspendre le pendule, et, s'il y avait lieu, la correction nécessaire était faite à l'aide des vis calantes sur lesquelles l'instrument repose; un petit niveau, qui peut être placé dans tous les sens sur le plan de suspension, sert à cette vérification. Puis l'on vérifiait la verticalité du comparateur en plaçant le niveau soit sur le microscope supérieur, soit sur le microscope inférieur, et en s'assurant qu'en tournant le comparateur dans tous les sens l'inclinaison des microscopes restait la même, à une petite fraction près, d'une partie du niveau. Le microscope supérieur était ensuite ajusté de façon à ce que le tranchant du couteau supérieur fût au foyer, puis le comparateur était tourné sur l'échelle, et la partie supérieure de celle-ci était amenée à être au foyer du microscope supérieur. La verticalité de l'échelle était ensuite vérifiée et rectifiée, puis l'on ajustait le microscope inférieur, de telle façon que le trait 0 de l'échelle fût au foyer; enfin, après avoir ramené le comparateur sur le pendule, l'on amenait le tranchant du couteau inférieur à être au foyer du microscope inférieur, à l'aide de la vis de rappel qui fait mouvoir la pince dans laquelle l'extrémité inférieure du pendule est assujettie pendant les mesures.

Lorsque toutes ces opérations préliminaires étaient terminées, on ne procédait aux mesures elles-mêmes qu'au bout d'un intervalle de trois quarts d'heure à une heure, afin de laisser aux différentes parties de l'appareil le temps de se mettre en équilibre de température avec l'air ambiant. Les mesures elles-mêmes étaient faites dans l'ordre suivant : le comparateur était tourné sur le pendule, et il était fait quatre lectures du microscope supérieur en amenant le tranchant du couteau supérieur à bissecter l'espace compris entre les deux fils parallèles du micromètre; dans cette première mesure, les couteaux étaient obscurs et se détachaient en noir sur un champ éclairé. Puis le comparateur étant tourné sur l'échelle, il était fait quatre lectures du microscope sur le trait $248^{l},4$ et le même nombre sur le trait $248^{l},5$, ensuite le comparateur était de nouveau tourné sur le pendule, et il était fait encore quatre lectures du microscope sur le tranchant du couteau supérieur. Après cela, les mesures étaient faites dans le même ordre, et avec le nombre de lectures, en dirigeant le microscope inférieur successivement sur le tranchant du couteau inférieur, sur le trait 0 de l'échelle, et de nouveau sur le tranchant du couteau inférieur. On plaçait ensuite les réflecteurs destinés à éclairer le tranchant des deux couteaux, et la même série d'opérations était faite, dans le même ordre, sur les couteaux éclairés se détachant sur un champ obscur. Dans la seconde détermination du 24 janvier, du 22 février et du 19 mars 1865, la mesure a été faite sur les couteaux éclairés avant de faire celle sur les couteaux obscurs, mais dans toutes les autres c'est par celle sur les couteaux obscurs que l'on a commencé. Dans les trois premières déterminations, celles du 20 et du 22 novembre 1864, l'ordre a été un peu différent en ce que la lecture du microscope supérieur était faite d'abord sur les traits $248^{l},4$ et $248^{l},5$ de l'échelle, puis sur le tranchant du couteau, puis de nouveau sur les mêmes traits de l'échelle, et celle du microscope inférieur dans un ordre analogue. Sauf pour ces trois premières déterminations, j'ai toujours suivi l'ordre qui a été d'abord indiqué, parce que j'ai reconnu que l'on amenait avec une plus grande exactitude un trait de l'échelle entre

les deux fils parallèles du microscope, que cela ne pouvait avoir lieu pour le tranchant du couteau. Celui-ci se présente bien dans le microscope comme une ligne parfaitement régulière, qui, pour le couteau obscur, se détache avec une grande netteté sur le champ éclairé, mais alors on ne voit bien que l'un des deux fils, celui qui se détache sur le fond éclairé. L'autre, qui se projette sur la face obscure du couteau, se voit beaucoup moins bien, ce qui ajoute encore à la difficulté d'apprécier exactement l'égalité de deux intervalles, dont l'un est sombre et l'autre éclairé. Il m'a paru préférable, pour cette raison, d'adopter un mode de procéder par lequel c'était le nombre de lectures faites sur le tranchant des couteaux qui fût augmenté. On comprend du reste facilement la nécessité de faire, ou bien une double observation des traits de l'échelle avant et après celle du tranchant du couteau, ou bien une double observation du tranchant du couteau avant et après celle de l'échelle; c'est en effet le seul moyen d'éliminer autant que possible les erreurs qui peuvent provenir d'une inégalité de dilatation de l'échelle, du pendule, ou du comparateur, pendant le temps qui s'écoule entre l'observation du couteau et celle de l'échelle.

Ayant obtenu de cette façon, soit pour les couteaux obscurs, soit pour les couteaux éclairés, la distance qui sépare le tranchant du couteau supérieur des traits $248^{l},4$ et $248^{l},5$ et celle qui sépare le tranchant du couteau inférieur du trait 0 de l'échelle, ces distances étant exprimées en révolutions des deux vis micrométriques, il restait à les transformer en fraction de ligne. Pour le microscope supérieur, la valeur d'une partie de la vis micrométrique pouvait être fournie directement par la différence entre la lecture du trait $248^{l},4$ et celle du trait $248^{l},5$, qui étaient faites à chaque observation; j'ai fait néanmoins une série spéciale de mesures en vue de déterminer cette valeur. Mais pour le microscope inférieur, la valeur d'une partie de la vis micrométrique ne pouvait être déterminée qu'en le mettant à la place du microscope supérieur, afin de mesurer le nombre de parties compris entre deux traits consécutifs de l'échelle. Il est fort à regretter que

M. Repsold n'ait pas tracé de chaque côté du 0 de l'échelle un trait à la distance d'un dixième de ligne; l'exactitude des mesures aurait été certainement augmentée, si l'on avait pu, dans chaque observation, comparer la position du tranchant du couteau inférieur au trait 0 de l'échelle et à celui du dixième de ligne entre lesquels il est compris. Une pareille disposition aurait permis en outre d'effectuer la détermination de la valeur d'une partie du microscope inférieur sans qu'il fût nécessaire de mettre celui-ci à la place du microscope supérieur. Ce n'est qu'après avoir terminé toutes les autres expériences que j'ai effectué cette transposition; je donne dans le tableau suivant le détail des mesures faites en vue de déterminer la valeur d'une partie de chaque microscope, ce tableau pouvant offrir quelque intérêt parce qu'il donne un moyen d'apprécier l'inégalité de dilatation du comparateur et de l'échelle qui résulte de la proximité du corps de l'observateur, et de son influence sur la température. Dans chaque série d'expériences, on faisait alternativement trois lectures sur l'un des traits et trois lectures sur l'autre, et ainsi de suite, en finissant par celui par lequel on avait commencé, et en commençant dans les différentes séries, tantôt par l'un, tantôt par l'autre.

(*Voir le tableau ci-derrière.*)

Il résulte des chiffres de ce tableau pour le nombre de parties correspondant à un dixième de ligne :

Microscope supérieur.		*Microscope inférieur.*	
1re série	$0^{l},1 = 402,21^{p}$	1re série	$0^{l},1 = 363,43^{p}$
2me »	402,01	2me »	363,37
3me »	402,57	3me »	363,59
4me »	401,70	4me »	363,36
		5me »	363,48
Moyenne	$0^{l},1 = 402,12^{p}$	Moyenne	$0^{l},1 = 363,446^{p}$
d'où 1 partie	$= 0^{l},00024869.$	d'où 1 partie	$= 0^{l},00027515.$

Détermination de la valeur d'une partie du microscope supérieur.

1866

7 mars		7 mars		7 mars		8 mars	
248!,4	248!,5	248!,4	248!,5	248!,4	248!,5	248!,4	248!,5
T p 0 91,7	T p 4 94,8	T p 0 86,5	T p 4 87,7	T p 0 86,8	T p 4 90,7	T p 0 92,7	T p 4 93,5
94,0	96,5	89,3	90,5	89,8	93,7	93,2	95,2
94,5	96,7	90,5	92,0	92,2	94,7	93,3	95,5
94,3	96,3	91,2	93,2	93,3	96,0	93,5	95,5
94,2	96,0	91,7	93,8	94,5	96,7	93,0	95,3
94,2	95,8	91,8	93,8	94,3	97,0	92,2	94,3
93,3	94,8	91,5	93,8	94,8	97,0	91,0	93,3
92,7	94,8	91,2	93,8	94,2	96,0	90,5	92,2
92,3	94,3	91,0	93,0	93,3	96,2	88,8	91,5
91,8	93,8	90,7	93,0	94,0	95,8	88,5	90,7
92,5	93,7	90,3	93,0	93,5		87,3	89,7
90,7			92,8				89,2
T p Moy. 0 93,02	T p 4 95,23	T p 0 90,52	T p 4 92,53	T p 0 92,80	T p 4 95,37	T p 0 91,27	T p 4 92,97

Détermination de la valeur d'une partie du microscope inférieur.

1866

18 mars		18 mars		19 mars		19 mars		19 mars	
248!,4	248!,5	248!,4	248!,5	248!,4	248!,5	248!,4	248!,5	248!,4	248!,5
T p 0 16,0	T p 3 81,2	T p 0 19,7	T p 3 83,0	T p 0 39,5	T p 4 2,7	T p 0 8,7	T p 3 72,3	T p 0 54,0	T p 4 16,5
19,7	84,3	18,3	82,0	40,0	3,5	10,3	75,2	55,3	20,0
20,8	83,8	18,2	81,8	38,2	3,0	12,3	76,3	56,3	20,5
21,0	84,5	19,0	82,2	38,0	1,7	13,3	76,8	55,5	19,5
21,5	85,0	17,5	82,3	37,0	1,2	14,2	77,2	55,0	18,3
20,3	84,3	16,8	80,5	36,5	0,0	13,2	77,3	55,0	19,5
21,0	84,5	17,8	80,3	35,8	0,2	14,0	76,5	55,0	18,8
22,2	84,5	17,7	81,3	35,2	3 98,7	13,3	76,7	55,3	18,7
22,0	85,0	16,5	80,3	35,7	98,7	14,7	77,3	54,3	18,3
20,5	82,8	17,0	80,0	36,0	99,3	14,3	77,5	53,5	16,7
20,3	83,0	16,3	79,5		99,6	14,5	77,0	52,3	16,3
20,3			79,8			13,7			15,0
T p Moy. 0 20,17	T p 3 83,90	T p 0 17,71	T p 3 81,08	T p 0 37,19	T p 4 0,78	T p 0 13,02	T p 3 76,38	T p 0 54,70	T p 4 18,18

C'est à l'aide de ces valeurs d'une partie de chaque microscope que les mesures ont été réduites, et que l'on a obtenu pour chaque jour la distance entre les couteaux obscurs et celle entre les couteaux éclairés, telle qu'elle est donnée dans le tableau suivant. Les mesures ont été faites dans les différents ajustements suivant lesquels on peut placer les couteaux dans leurs montures, et qui sont désignés dans la première colonne de ce tableau par les lettres A, B, C, D; elles ont été faites, en outre, pour chaque ajustement, en faisant varier le mode de suspension du pendule. Les quatre modes différents de suspension du pendule, suivant qu'il repose sur le couteau dont la monture porte le nom du fabricant, et qui correspond au disque creux le plus éloigné du centre de gravité, ou suivant qu'il repose sur l'autre couteau; suivant que le pendule est suspendu, cette inscription étant tournée vers l'est, ou vers l'ouest, sont indiqués dans la même colonne par les initiales R E haut, R O haut, R E bas, R O bas.

A la suite de la colonne qui renferme la moyenne des distances obtenues entre les couteaux obscurs et entre les couteaux éclairés, se trouve celle qui renferme la différence entre les deux déterminations. Enfin la dernière colonne renferme la température t indiquée, au milieu de l'opération, par un thermomètre suspendu au centre de l'appareil, entre l'échelle et le pendule, de telle façon que la boule fût à la même hauteur que le milieu de l'intervalle entre les deux couteaux. Il est évident que l'on n'aurait pas à se préoccuper de la température dans le cas, où on pourrait la supposer la même pour l'échelle et pour le pendule, et où on pourrait admettre le même coefficient de dilatation pour ces deux masses métalliques; mais si ces deux conditions ne se réalisent pas, et en particulier la dernière, l'indication de la température est nécessaire pour calculer la correction due à la différence du coefficient de dilatation.

Ajustement des couteaux et mode de suspension.	Date.	Distance entre les couteaux			Différence entre la distance des couteaux obscurs et des couteaux clairs	Température t
		obscurs.	clairs.	Moyenne.		
		l	l	l	l	°
A. RO bas	20 novembre 1864	248,48019	248,47923	248,47971	+0,00096	+ 7,2
A. RE bas	20 novembre »	,48206	,47834	,48020	+ 372	+ 7,4
A. RO bas	22 novembre »	,48005	,47965	,47985	+ 040	+ 8,4
A. RO haut	25 novembre »	,48135	,47969	,48052	+ 166	+ 7,6
A. RE haut	27 novembre »	,48096	,47806	,47951	+ 290	+ 7,5
A. RO haut	28 novembre »	,48125	,48021	,48073	+ 104	+ 6,8
A. RE haut	17 décembre »	,47912	,47659	,47786	+ 253	+ 5,3
A. RE bas	22 décembre »	,47818	,47909	,47863	— 091	+ 5,2
B. RE bas	18 janvier 1865	,47702	,47665	,47683	+ 037	+ 3,6
B. RO bas	18 janvier »	,47807	,47788	,47798	+ 019	+ 4,0
B. RE haut	24 janvier »	,47802	,47763	,47783	+ 039	+ 6 6
B. RO haut	24 janvier »	,47873	,47728	,47800	+ 145	+ 6,8
C. RO bas	22 février »	,47698	,47677	,47688	+ 021	+ 4,0
C. RE bas	22 février »	,47759	,47711	,47735	+ 048	+ 3,1
C. RE haut	19 mars »	,47718	,47727	,47723	— 009	+ 6,4
C. RO haut	19 mars »	,47757	,47686	,47722	+ 071	+ 6,6
D. RO haut	3 avril »	,47649	,47684	,47667	— 035	+ 7,4
D. RE bas	18 avril »	,48091	,48082	,48086	+ 009	+17,4
D. RO bas	23 avril »	,48003	,48032	,48018	— 029	+18,9
D. RE haut	24 avril »	,48088	,48089	,48088	— 001	+20,0
D. RO haut	26 avril »	,48074	,48160	,48117	— 086	+19,5
D. RE haut	18 octobre »	,48233	,48110	,48171	+ 123	+13,8
C. RE haut	9 novembre »	,48329	,48362	,48345	— 033	+10,7
B. RE haut	24 novembre »	,48260	,48067	,48163	+ 193	+13,3
B. RE haut	25 novembre »	,48115	,47967	,48041	+ 148	+12,8
B. RO haut	15 décembre »	,47942	,47904	,47923	+ 038	+ 3,3
A. RE haut	23 février 1866	,48056	,47946	,48001	+ 110	+ 8,1
A. RE bas	25 février »	,48104	,48134	,48119	— 030	+ 7,8
A. RO bas	25 février »	,48131	,48099	,48115	+ 032	+ 8,3
C. RE haut	15 mars »	,47873	,47881	,47877	— 008	+ 6,4
C. RE bas	15 mars »	,47845	,48014	,47930	— 169	+ 6,6
C. RE haut	16 mars »	,48052	,48002	,48027	+ 050	+ 7,4
	Moy. 32 mesures	248,47977.5	248,47917.5	248,47947.5	+0,00060	+ 8,7

Il résulte ainsi de la moyenne directe de ces trente-deux déterminations, que la distance entre les couteaux est de $248^{l},479475$; la moyenne de la température pour ces trente-deux mesures étant $+8^{o},7$. Si l'on prend la différence entre chacune des trente-deux déterminations et la

moyenne, on trouve par la somme des carrés des écarts que l'écart moyen est de $\pm 0^{l},00171$, ce qui donne $\pm 0^{l},00020$ pour l'erreur probable de la moyenne. Cette valeur de $\pm 0^{l},00171$ de l'écart moyen, qui correspond à 6 1/2 parties environ des microscopes, dépasse considérablement celle que l'on peut attribuer aux erreurs accidentelles dans le pointer, en amenant un trait de l'échelle, ou le tranchant de l'un des couteaux, entre les fils des microscopes. On ne peut effectivement pas évaluer à plus de une partie et demie à deux parties des microscopes l'erreur accidentelle commise sur une lecture, et comme chaque détermination repose sur plusieurs lectures faites sur les traits de l'échelle et sur le tranchant des couteaux, on peut estimer à deux parties environ, soit $0^{l},0005$, la part qui revient aux erreurs accidentelles de pointer dans l'écart moyen d'une détermination.

Si l'on cherche quelles sont les causes qui peuvent produire une erreur dans les mesures et donner lieu aux écarts observés, on peut indiquer les suivantes :

1° Défaut de verticalité de l'échelle.

2° Défaut de verticalité de l'axe du comparateur, et par suite changement dans l'inclinaison de l'axe optique des deux microscopes, suivant que le comparateur est dirigé vers le pendule, ou vers l'échelle.

3° Inégalité de dilatation de l'échelle et du pendule, provenant, soit d'une inégalité dans le réchauffement dû à la proximité du corps de l'observateur, soit d'une inégalité dans le coefficient de dilatation de ces deux objets.

4° Enfin, variations produites par la proximité de l'observateur dans l'état du comparateur entre l'observation de l'échelle et celle du pendule.

Quant à la première cause d'erreur, le défaut de verticalité de l'échelle, elle peut être facilement écartée; en effet, une inclinaison de l'échelle relativement à la verticale, s'élevant même à une minute, ne produirait sur la longueur de $248^{l},5$, qu'il s'agit de mesurer, que l'erreur insignifiante de $0^{l},00001$. Or l'erreur de verticalité de l'échelle peut être facilement réduite à une petite fraction de minute, à l'aide du niveau qui

s'adapte à l'échelle, et des vis de correction; c'est ce que l'on a toujours eu soin de faire avant de commencer les mesures.

La seconde cause d'erreur, le défaut de verticalité de l'axe du comparateur, ne peut pas non plus donner lieu à des erreurs appréciables, si du moins l'inclinaison reste constante pendant la durée des observations. Supposons, en effet, que le défaut de verticalité de l'axe du comparateur modifie d'une certaine quantité l'inclinaison de l'axe optique du microscope supérieur, suivant que le comparateur est dirigé sur le pendule, ou sur l'échelle, il modifiera de la même quantité l'inclinaison du microscope inférieur dans le mouvement de l'un à l'autre, puisque dans les deux cas on fait tourner le comparateur du même angle de 51° autour de son axe. Le couteau supérieur serait, par conséquent, porté par suite de cette erreur de la même quantité au-dessus, ou au-dessous, d'un trait de l'échelle, que le couteau inférieur au-dessus, ou au-dessous, du 0 de la division, et la distance entre les couteaux correspondrait à la même longueur sur l'échelle. Il n'en serait naturellement plus de même, si l'inclinaison de l'axe du comparateur ne restait pas constante pendant la durée des observations et si le changement d'inclinaison de l'axe optique du microscope inférieur n'est pas le même que pour le microscope supérieur, suivant que le comparateur est tourné vers le pendule, ou vers l'échelle. De pareilles variations dans l'inclinaison de l'axe optique des microscopes se produisent en réalité par l'influence du corps de l'observateur sur le comparateur, et j'ai cherché à en apprécier l'effet dans les recherches que l'on trouvera un peu plus loin sur la quatrième source d'erreur.

Une question qui se présente naturellement est celle-ci : ne serait-il pas possible, en faisant la lecture du niveau, posé alternativement sur chacun des microscopes, de déterminer directement le changement d'inclinaison de l'un et de l'autre, suivant que le comparateur est tourné vers le pendule, ou vers l'échelle? En appliquant à chaque lecture, soit du pendule, soit de l'échelle, une correction en raison de l'inclinaison du microscope, on éliminerait ainsi les erreurs causées par le change-

ment d'inclinaison. La réponse affirmative à cette question ne serait pas douteuse, si le niveau employé était assez sensible pour qu'il fût possible de déterminer l'inclinaison à une fraction de seconde près, ou même à une seconde près. En effet, à la distance de 50 lignes, dont l'axe du comparateur est distant du pendule, ou de l'échelle, une inclinaison de une seconde correspond à $0^{l},00025$. En supposant ainsi, que chaque lecture du niveau pût donner l'inclinaison à une seconde près, le changement d'inclinaison du microscope, suivant qu'il est dirigé sur le pendule, ou sur l'échelle, pourrait être déterminé à $1'',4$ près, ce qui donnerait pour l'incertitude de la correction à appliquer $\pm 0^{l},00035$. Dans ce cas, la lecture du niveau pourrait accuser dans l'axe optique des microscopes des variations d'inclinaison, dont les limites d'exactitude et de grandeur appréciable correspondraient sur l'échelle à une quantité du même ordre que celle que le pouvoir micrométrique peut donner.

Il n'en est pas de même avec le niveau très-peu sensible dont l'instrument est muni; la valeur angulaire d'une partie de ce niveau est de $16'',46$, et comme la longueur linéaire d'une partie est de un peu moins de $0^{l},8$, il n'est guère possible de déterminer l'inclinaison à moins d'un quart de partie près, soit $4''$ environ. La lecture de ce niveau faite à chaque observation ne permettrait donc pas de constater un changement d'inclinaison inférieur à cinq ou six secondes, suivant que le comparateur est dirigé sur le pendule, ou sur l'échelle, et le changement d'inclinaison serait affecté d'une incertitude du même ordre. Or la quantité sur l'échelle, qui correspond à une inclinaison de cinq à six secondes, est de $0^{l},00125$ à $0^{l},00150$, c'est-à-dire, à peu près égale à l'écart moyen d'une détermination que nous avons trouvé plus haut; l'écart moyen d'une détermination est même réduit à $0^{l},00134$, comme nous le verrons plus loin, si l'on tient compte de l'inégalité du coefficient de dilatation de l'échelle et du pendule. Il n'y a donc aucun avantage à faire la lecture du niveau à chaque observation, et à calculer la correction résultant du changement d'inclinaison des microscopes, puisque la limite de la quantité, que l'on peut apprécier par ce moyen,

n'est pas inférieure à l'écart moyen d'une détermination. C'est pour ce motif que je me suis abstenu de faire la lecture du niveau à chaque observation, d'autant plus, que les 24 lectures du niveau exigées pour une détermination complète auraient considérablement allongé et compliqué les mesures.

La troisième source d'erreur, l'inégalité de dilatation du pendule et de l'échelle, peut provenir de deux causes, savoir d'une différence dans la température, ou d'une différence dans le coefficient de dilatation de ces deux objets. Il est impossible de s'assurer d'une égalité complète dans la température de deux masses métalliques, à moins de les laisser dans un milieu, dont la température soit absolument constante, pendant un temps suffisamment long, pour que toutes les parties de ces masses soient effectivement à la température indiquée par le thermomètre plongé dans ce milieu. Or ces circonstances ne se réalisent pas dans les mesures de la longueur du pendule, attendu que la proximité de l'observateur introduit dans la température du milieu, où sont placés le pendule et l'échelle, de petits changements, dont la durée n'est pas assez longue pour qu'on puisse supposer qu'ils se soient propagés dans toutes les parties des masses métalliques. De plus, la position de l'observateur n'est pas la même, et par suite la distance qui le sépare du pendule, ou de l'échelle, est un peu différente, suivant que le comparateur est dirigé sur l'un ou sur l'autre de ces objets. On doit ainsi se borner à déterminer les changements de température que la proximité de l'observateur introduit dans le milieu, où sont placés le pendule et l'échelle, ce qui permet de fixer les limites entre lesquelles la différence de la température réelle des deux masses métalliques doit être comprise. J'avais suspendu dans ce but deux thermomètres, l'un à un mètre, l'autre à deux mètres de distance de celui qui était suspendu au centre de l'appareil; les boules des trois instruments étaient à la même hauteur au-dessus du sol, et à la même distance de la paroi intérieure de la salle, dirigée du nord au sud. La lecture des trois thermomètres se faisait toujours avant de commencer les mesures, puis au milieu, entre l'observation des couteaux obscurs et celle des couteaux éclairés, c'est-

à-dire au bout de 20 à 25 minutes, et à la fin de l'opération, soit au bout de 45 minutes environ. Le tableau suivant renferme, pour chaque détermination, la température t du thermomètre suspendu au centre de l'appareil, à chacun de ces trois instants, ainsi que la différence $t-t'$ et $t-t''$ entre la température accusée par ce thermomètre et par ceux qui étaient suspendus à une distance de 1 mètre et de 2 mètres.

Date.	Commencement.			Milieu.			Fin.		
	t	$t-t'$	$t-t''$	t	$t-t'$	$t-t''$	t	$t-t'$	$t-t''$
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
20 novembre 1864	+ 7,2	—0,1	+0,1	+ 7,3	—0,3	+0,3	+ 7,1	+0,1	+0,1
20 novembre »	+ 7,2	0	0	+ 7,4	—0,3	—0,3	+ 7,4	+0,2	+0,2
22 novembre »	+ 7,6	0	+0,1	+ 8,4	—0,2	—0,3	+ 8,6	+0,2	+0,3
25 novembre »	+ 7,4	0	0	+ 7,6	—0,3	—0,3	+ 7,8	+0,5	+0,5
27 novembre »	+ 7,3	0	+0,1	+ 7,5	+0,3	+0,4	+ 7,0	+0,3	+0,3
28 novembre »	+ 6,7	+0,4	+0,4	+ 6,8	+0,5	+0,5	+ 6,7	+0,5	+0,5
17 décembre »	+ 4,9	+0,1	+0,1	+ 5,3	+0,5	+0,5	+ 5,4	+0,5	+0,6
22 décembre »	+ 4,8	0	0	+ 5,2	—0,5	+0,5	+ 5,2	+0,6	+0,6
18 janvier 1865	+ 3,1	0	+0,1	+ 3,6	—0,5	+0,5	+ 3,7	+0,4	+0,5
18 janvier »	+ 3,7	+0,1	+0,1	+ 4,0	—0,5	+0,5	+ 3,9	+0,5	+0,5
24 janvier »	+ 6,2	0	0	+ 6,6	+0,4	+0,4	+ 6,7	+0,4	+0,4
24 janvier »	+ 6,8	0	0	+ 6,8	—0,3	—0,3	+ 6,9	+0,3	+0,3
22 février »	+ 3,4	0	0	+ 4,0	+0,4	+0,4	+ 3,9	+0,5	+0,5
22 février »	+ 3,1	+0,1	+0,1	+ 3,1	—0,2	+0,2	+ 3,1	+0,3	+0,3
19 mars »	+ 5,8	0	0	+ 6,4	+0,4	+0,4	+ 6,4	+0,4	+0,4
19 mars »	+ 6,2	+0,1	+0,1	+ 6,6	+0,4	+0,4	+ 6,6	+0,4	+0,4
3 avril »	+ 7,0	+0,2	+0,2	+ 7,4	+0,5	+0,5	+ 7,4	+0,5	+0,6
18 avril »	+17,0	+0,3	+0,3	+17,4	+0,5	+0,5	+17,4	+0,5	+0,5
23 avril »	+18,6	+0,2	+0,2	+18,9	+0,5	+0,5	+19,0	+0,6	+0,6
24 avril »	+19,6	+0,2	+0,2	+20,0	+0,6	+0,6	+19,8	+0,6	+0,6
26 avril »	+19,1	+0,2	+0,2	+19,5	+0,6	+0,6	+19,4	+0,6	+0,6
18 octobre »	+13,6	+0,2	+0,3	+13,8	+0,3	+0,4	+13,8	+0,4	+0,4
9 novembre »	+10,5	+0,1	+0,1	+10,7	+0,3	+0,3	+10,8	+0,4	+0,4
24 novembre »	+12,6	+0,1	+0,1	+13,3	+0,5	+0,5	+13,5	+0,5	+0,5
25 novembre »	+12,4	+0,1	+0,1	+12,8	+0,3	+0,3	+13,0	+0,4	+0,4
15 décembre »	+ 3,2	+0,1	+0,1	+ 3,3	+0,3	+0,3	+ 3,4	+0,3	+0,3
23 février 1866	+ 7,6	0	0	+ 8,1	+0,2	+0,2	+ 8,4	+0,2	+0,3
25 février »	+ 7,2	0	0	+ 7,8	+0,2	+0,3	+ 8,0	+0,3	+0,4
25 février »	+ 7,6	0	0	+ 8,3	+0,4	+0,5	+ 8,6	+0,5	+0,6
15 mars »	+ 5,6	0	0	+ 6,4	+0,4	+0,5	+ 6,3	+0,3	+0,4
15 mars »	+ 6,4	+0,1	+0,2	+ 6,6	+0,4	+0,4	+ 6,6	+0,4	+0,5
16 mars »	+ 7,0	+0,1	+0,2	+ 7,4	+0,4	+0,5	+ 7,5	+0,6	+0,6
Moyennes. . . .	+ 8,33	+0,08	+0,10	+ 8,70	+0,39	+0,41	+ 8,73	+0,41	+0,43

La comparaison des chiffres de ce tableau montre, que les trois thermomètres étaient à peu près d'accord au commencement des opérations, puisque l'on trouve en moyenne $t-t' = +0^{\circ},08$ et $t-t'' = +0^{\circ},10$. Cette petite différence est surtout due aux observations faites pendant des jours chauds, et peut tenir à ce que le thermomètre suspendu au centre de l'appareil était plus rapproché de la face sud de l'observatoire, exposée aux rayons du soleil, les observations ne pouvant jamais être faites que par un ciel clair, pour avoir une lumière suffisante. Entre le commencement et le milieu des opérations, le thermomètre t indique, en moyenne, une élévation de température de $+0^{\circ},51$ relativement aux deux autres, et de $+0^{\circ},33$ entre le commencement et la fin. Ainsi l'effet total de la proximité de l'observateur, pour élever la température du milieu où se trouvent le pendule et l'échelle, est sensiblement le même au bout de 40 à 45 minutes, qu'au bout de 20 minutes, et il s'élève en moyenne a $+0^{\circ},32$, les valeurs extrêmes notées dans la série des 32 mesures étant $+0^{\circ},1$ et $+0^{\circ},5$. L'élévation totale de température accusée par le thermomètre pendant la durée des observations étant de 3 à 4 dixièmes de degré, il est permis de supposer que l'inégalité de température du pendule et de l'échelle n'est qu'une fraction de cette quantité. L'on ne peut pas, il est vrai, en indiquer le chiffre exact, mais il est probable qu'on ne l'évaluerait pas trop bas en le supposant de un dixième de degré; il en résulterait que l'inégalité de température du pendule et de l'échelle peut introduire dans les mesures une incertitude de $0^{l},0005$ environ.

Une inégalité, même assez faible, du coefficient de dilatation du pendule et de l'échelle peut donner lieu à des différences beaucoup plus considérables entre des mesures faites à des températures différant entre elles de plusieurs degrés. En effet, une différence de 0,000001 (soit de $1/20^{me}$ environ) dans le coefficient de dilatation donne pour chaque degré centigrade une différence de $0^{l},0002485$ sur une longueur de $248^{l},5$ comme celle du pendule, et dans les mesures que j'ai faites, la température a varié entre les limites de $+3^{\circ},1$ et de $+20^{\circ},0$, c'est-à-dire

de 5°,6 au-dessous, et de 11°,5 au-dessus de la température moyenne +8°,7. Il est facile de voir, par la comparaison des mesures effectuées à des températures basses et à des températures élevées, qu'il existe très-probablement une inégalité dans le coefficient de dilatation, celui du pendule étant plus grand que celui de l'échelle, puisque les chiffres obtenus sont en général plus faibles dans le premier cas que dans le second.

J'ai essayé de déterminer cette inégalité en faisant concourir l'ensemble des 52 mesures, par la méthode des moindres carrés, au calcul de la différence du coefficient de dilatation qui accordait le mieux entre elles les mesures faites aux différentes températures; j'ai trouvé ainsi que le coefficient de dilatation du pendule était plus fort que celui de l'échelle de 0,0000009005 avec une incertitude probable de ±0,0000001136. Si l'on admet le chiffre qui vient d'être indiqué pour la différence du coefficient de dilatation du pendule et de l'échelle, il faudra appliquer à chaque mesure faite à une température t une correction égale à $-0^{l},0002237\,(8°,7-t)$ pour la ramener à la longueur correspondant à la température moyenne +8°,7. Cette correction est donnée dans le tableau suivant, pour chaque jour, ainsi que le chiffre de la longueur corrigée.

(*Voir le tableau ci-derrière.*)

L'application de cette correction amène une diminution assez notable dans les écarts avec la moyenne; la somme des carrés est réduite de 0,0000908944 à 0,0000563920, en sorte que l'écart moyen n'est plus que de $\pm 0^{l},00134$ et l'erreur probable de la moyenne $\pm 0^{l},00016$. Mais puisque c'est à la température moyenne +8°,7 que l'on a réduit chacune des longueurs mesurées, en tenant compte de la différence dans le coefficient de dilatation, il faudra appliquer à la moyenne obtenue $248^{l},479475$ la correction $-0^{l},0002237\ (16°,25-8°,7) = +0^{l},001689$ pour avoir la véritable longueur de la distance entre les couteaux à la température de 16° 1/4, en ayant égard à l'inégalité du coefficient de dilatation. C'est

Date.	8°,7—t	Correction.	Longueur corrigée à 8°,7
	°	l	l
A. 20 novembre 1864	+ 1,5	+0,00034	248,48005
A. 20 novembre »	+ 1,3	+ 029	,48049
A. 22 novembre »	+ 0,3	+ 007	,47992
A. 25 novembre »	+ 1,1	+ 024	,48076
A. 27 novembre »	+ 1,2	+ 027	,47978
A. 28 novembre »	+ 1,9	+ 042	,48115
A. 17 décembre »	+ 3 4	+ 076	,47862
A. 22 décembre »	+ 3,5	+ 078	,47941
B. 18 janvier 1865	+ 5,1	+ 114	,47797
B. 18 janvier »	+ 4,7	+ 105	,47903
B. 24 janvier »	+ 2,1	+ 047	,47830
B. 24 janvier »	+ 1,9	+ 042	,47842
C. 22 février »	+ 4,7	+ 105	,47793
C. 22 février »	+ 5,6	+ 125	,47860
C. 19 mars »	+ 2,3	+ 051	,47774
C. 19 mars »	+ 2,1	+ 047	,47769
D. 3 avril »	+ 1,3	+ 029	,47696
D. 18 avril »	— 8,7	— 195	,47891
D. 23 avril »	—10,2	— 228	,47790
D. 24 avril »	—11,3	— 253	,47835
D. 26 avril »	—10,8	— 242	,47875
D. 18 octobre »	— 5,1	— 114	,48057
C. 9 novembre »	— 2,0	— 045	,48300
B. 24 novembre »	— 4,6	— 103	,48060
B. 25 novembre »	— 4,1	— 092	,47949
B. 15 décembre »	+ 5.4	+ 120	,48043
A. 23 février 1866	+ 0,6	+ 013	,48014
A. 25 février »	+ 0,9	+ 020	,48139
A. 25 février »	+ 0,4	+ 009	,48124
C. 15 mars »	+ 2,3	+ 051	,47928
C. 15 mars »	+ 2,1	+ 047	,47977
C. 16 mars »	+ 1,3	+ 029	,48056
Moyennes.....	0,0	0,0	l 248,47947.5

en effet à la température de 16° $^1/_4$ qu'une règle divisée en pouces et lignes de Paris a la longueur exprimée par le nombre de pouces et de lignes. On trouve ainsi 248^l,48116 pour la distance entre les couteaux, soit pour la longueur du pendule, à la température de +16° $^1/_4$, en tenant compte de l'inégalité du coefficient de dilatation. Mais en ayant égard à l'incertitude probable sur la différence entre le coefficient de

dilatation du pendule et de l'échelle, la correction $-0^{l},001689$ est affectée d'une erreur probable de $\pm 0^{l},00025$.

Il est certainement à regretter que les circonstances de saison et de température, dans lesquelles les mesures ont été faites, n'aient pas été combinées de telle façon, que la moyenne des températures se rapprochât autant que possible de celle de $16^{o}\,{}^{1}/_{2}$, à laquelle les mesures doivent être réduites, dans le cas d'une inégalité du coefficient de dilatation, parce qu'alors la correction n'aurait été qu'une très-petite quantité. Je ne l'ai pas fait parce que je ne pouvais pas prévoir dans l'origine que l'inégalité du coefficient de dilatation donnerait lieu à une correctionaussi considérable. Si l'on prend dans le tableau, page 332, les observations faites aux températures les plus élevées, de telle sorte que la moyenne se rapproche beaucoup de $+16^{o}\,{}^{1}/_{2}$, il faut se restreindre aux huit mesures faites du 18 avril au 25 novembre 1865 inclusivement ; la moyenne de ces huit mesures donne $248^{l},48129 \pm 0^{l},00024$ à la température moyenne de $+15^{o},8$. Pour la moyenne de ces huit mesures, la réduction à la température de $+16^{o}\,{}^{1}/_{2}$, pour tenir compte de l'inégalité du coefficient de dilatation, ne porte que sur une fraction de degré $0^{o},45$, et la correction s'élève seulement à $+0,00010$, ce qui donnerait $248^{l},48139$, chiffre qui s'accorde dans les limites des erreurs avec celui que nous avons trouvé plus haut par la moyenne de 32 mesures. La moyenne des 24 autres mesures du tableau, page 332, correspond à une température moyenne de $+6^{o},32$ et donne $248^{l},47887 \pm 0^{l},00020$. La réduction à la température $+16^{o}\,{}^{1}/_{2}$ avec la différence de 0,00000090 dans le coefficient de dilatation donne $248^{l},48109$, chiffre qui s'accorde avec celui obtenu par la moyenne des mesures faites à des températures élevées à $0^{l},00030$ près, c'est-à-dire dans la limite des erreurs, tandis que la différence s'élève à $0^{l},00240$, si l'on ne tient pas compte de l'inégalité du coefficient de dilatation. Cette inégalité est mise hors de doute par la discussion des observations, et le chiffre obtenu pour la différence doit être assez approché de la vérité, puisqu'il permet d'accorder à $0^{l},00030$ près les moyennes de deux séries de mesures faites à

des températures différant entre elles de 9° 1/2, tandis que l'écart s'élèverait à 0',00240, en supposant le coefficient de dilatation le même pour le pendule et pour l'échelle.

Il reste enfin à examiner la quatrième cause d'erreur dans les mesures, savoir celles qui proviennent de l'action exercée par la chaleur du corps de l'observateur sur le comparateur. Cette action doit être évidemment plus forte que celle qui a lieu sur l'échelle, ou sur le pendule, puisque la distance n'est que 3 à 4 pouces, au lieu d'être de 9 pouces environ. Si cette action avait pour effet une dilatation uniforme de toute la masse du comparateur, on pourrait espérer éliminer l'erreur, sinon en totalité, du moins en grande partie, en faisant une double observation sur le tranchant du couteau, avant et après celle de l'échelle; il est effectivement naturel d'admettre, dans ce cas, que la longueur absolue du comparateur, pour l'observation de l'échelle, est sensiblement égale à la moyenne de la longueur qu'il avait lors de la première et lors de la deuxième observation du tranchant du couteau. Mais il n'en est pas ainsi, parce que l'action calorifique du corps de l'observateur sur le comparateur produit un effet complexe, qui n'est point le même qu'une dilatation uniforme de toutes ses parties. Cette dilatation uniforme, ou l'allongement de l'axe du comparateur, aurait pour résultat une élévation du microscope supérieur, ou, ce qui revient au même, un abaissement relatif du tranchant du couteau, ou d'un trait de l'échelle. Cet abaissement relatif serait indiqué dans des observations consécutives du tranchant du couteau, ou d'un même trait de l'échelle, par la diminution du nombre des parties accusées sur le tambour de la vis micrométrique dans ces différentes lectures, les chiffres marqués sur le tambour allant en croissant avec les divisions de l'échelle. Si on examine les chiffres obtenus dans le tableau, page 330, pour les lectures consécutives faites sur un même trait de l'échelle, dans la détermination de la valeur d'une partie des microscopes, on voit que le contraire a lieu ordinairement. Le nombre des parties accusées dans la lecture du tambour va d'abord en croissant, atteint un maximum, puis diminue; ainsi le premier effet

de la chaleur du corps de l'observateur sur le comparateur est celui qui correspondrait à une élévation relative d'un trait de l'échelle, ou du tranchant du couteau [1], c'est-à-dire à un abaissement du microscope, ou à une contraction de la masse entière du comparateur. Cette contradiction apparente s'explique facilement par l'inégalité de réchauffement des différentes parties du comparateur; la face antérieure tournée du côté de l'observateur, et par conséquent la plus rapprochée de son corps, subit la première l'effet de l'élévation de la température, et, en raison de la conductibilité imparfaite du métal, elle se dilate plus que la face postérieure. Il doit en résulter une flexion, ou un changement d'inclinaison de l'axe optique du microscope, qui est ainsi amené sur un point plus bas de l'échelle. Une expérience très-simple permet de se convaincre de la réalité de cet effet de flexion; il suffit d'amener un trait de l'échelle entre les deux fils parallèles du microscope, puis d'approcher la main de la face antérieure du comparateur, on verra aussitôt le trait s'abaisser rapidement en apparence dans le microscope qui renverse, et l'on augmenterait d'un grand nombre de parties la lecture du tambour en ramenant le fil sur le trait. Si c'est au contraire de la face postérieure du comparateur que l'on approche la main, l'inverse a lieu, le trait s'élève en apparence dans le champ du microscope, et en ramenant le fil sur le trait, la lecture du tambour accuse une diminution dans le nombre de parties.

Comme la longueur totale du comparateur, depuis son extrémité inférieure jusqu'au microscope supérieur, est de $326^{l},5$, on obtient avec 0,000019 pour coefficient de dilatation, $0^{l},00062$ pour l'allongement correspondant à une élévation d'un dixième de degré centigrade dans la température. Ainsi, pour chaque dixième de degré, dont la chaleur du corps de l'observateur élève la température de la masse entière du comparateur, l'axe est allongé de $0^{l},00062$, ce qui produit une diminution de 2,5 dans la lecture de la vis micrométrique, en

[1] Les observations consécutives sur le tranchant du couteau donnent le même résultat, comme on le verra plus loin.

ramenant le fil sur un trait de l'échelle et sur le tranchant du couteau. Si, au contraire, les différentes parties du comparateur sont inégalement échauffées, et si l'élévation de température de la face antérieure dépasse d'un dixième de degré celle de la face postérieure, il y aura, par suite de l'inégalité de dilatation, un changement de 4″,92 dans l'inclinaison de l'axe optique du microscope. Ce changement d'inclinaison a pour effet d'amener le fil du microscope sur un point de l'échelle placé à 0ᵗ,00118 plus bas que celui auquel il correspondait avant, et il faudrait augmenter de 4ᵖ,7 le nombre de parties accusé sur le tambour de la vis micrométrique pour ramener le fil sur le même point.

Il est bien difficile de ne pas admettre la possibilité que la proximité de l'observateur produise, soit dans la masse entière du comparateur, soit sur la face antérieure comparativement à la face postérieure, des changements de température s'élevant à un dixième de degré, et au delà, même dans un court espace de temps, comme celui qui sépare l'observation de l'échelle de celle du tranchant du couteau. On comprend également, que l'effet complexe de la dilatation de toute la masse du comparateur, et de la flexion causée par l'inégalité de dilatation des deux faces opposées donne lieu à des modifications, dont la marche ne soit pas régulière, ou proportionnelle au temps. Le système suivi dans les observations permet bien d'éliminer des erreurs qui proviendraient de modifications proportionnelles au temps dans l'état du comparateur, mais non celles qui proviennent de modifications, dont la marche ne varie pas régulièrement avec le temps, et c'est à cette cause qu'il faut attribuer, en partie, les écarts entre les résultats obtenus d'un jour à l'autre pour la distance entre les couteaux.

J'ai essayé de déterminer directement, à combien pouvait s'élever approximativement l'élévation de température produite au bout d'un certain temps par la proximité de l'observateur dans la masse entière du comparateur, ainsi que la différence entre le réchauffement de la face antérieure et celui de la face postérieure. L'expérience directe ne peut donner, il est vrai, que des résultats approximatifs par l'observation

d'un thermomètre, dont la boule est appliquée alternativement contre la face antérieure et contre la face postérieure du comparateur, et celle de deux autres thermomètres suspendus l'un à un mètre, l'autre à deux mètres de distance ; on ne peut effectivement pas être sûr, vu la conductibilité imparfaite du métal, que le degré accusé par le thermomètre sur un point situé au milieu de la longueur du comparateur, soit celui qui correspond réellement à toute la face antérieure, ou à toute la face postérieure. Il est très-probable, que le thermomètre accusera une température plus élevée que celle que le métal possède réellement, en sorte que l'on peut regarder ses indications comme la limite supérieure de l'effet produit. Les chiffres que j'ai trouvés dans trois expériences pour l'élévation de température accusée, au bout de 15 minutes, par le thermomètre placé contre la face antérieure du comparateur, relativement aux deux autres thermomètres, sont :

	$+0^{\circ},85$
	$+0,62$
	$+0,65$
Moyenne	$+0,71$

et pour le thermomètre placé contre la face postérieure,

	$+0^{\circ},55$
	$+0,23$
	$+0,38$
Moyenne	$+0,39$

L'on doit naturellement s'attendre à trouver des différences, d'une expérience à l'autre, suivant l'excédant de la température du corps de l'observateur sur celle du milieu ambiant, suivant la proximité un peu plus ou un peu moins grande, etc.

En supposant ainsi que le thermomètre accuse la température réelle de la face antérieure et de la face postérieure du comparateur, la proximité de l'observateur produit au bout de 15 minutes une élévation de température, qui est de $0^{\circ},32$ plus grande sur la face antérieure que sur la

face postérieure, et le réchauffement moyen de tout le comparateur est de $+ 0^{o},55$. Le calcul de la dilatation fait avec les chiffres résultant de la moyenne des trois expériences donne, par conséquent, $0^{l},0034$ pour l'allongement du comparateur tout entier, et $0,^{l}0020$ pour l'inégalité de dilatation de la face antérieure et de la face postérieure. La flexion produit ainsi un changement de $15'',74$ dans l'inclinaison de l'axe optique du microscope supérieur, ce qui correspond à un abaissement de $0^{l},0038$ dans le point qui se trouve sous le fil du microscope. Si l'effet de la flexion est à peu près compensé, au bout de 15 minutes, par la dilatation de la masse entière du comparateur, on comprend facilement que ce soit l'effet de la flexion qui se manifeste le premier, la face antérieure se dilatant par suite de la proximité du corps de l'observateur, avant que l'élévation de la température ait pu se propager sur la face postérieure.

Dans les mesures de la distance des couteaux, l'effet de la flexion et de la dilatation du comparateur a dû être moins considérable que dans les expériences précédentes, où l'observateur restait pendant 15 minutes immobile à une très-petite distance du comparateur, tandis que, dans les mesures, il s'en rapprochait, ou s'en écartait alternativement. L'on a, du reste, un moyen d'évaluer approximativement les erreurs qui peuvent être dues à l'influence du corps de l'observateur sur le comparateur, puisque dans l'observation de l'échelle on a toujours fait successivement la lecture sur le trait $248^{l},4$ et sur le trait $248^{l},5$. En comparant le nombre de parties de la vis micrométrique compris entre ces deux lectures avec le nombre de parties du microscope supérieur correspondant à un dixième de ligne, savoir $402^{p},12$, la différence donne l'erreur provenant, soit de la modification dans l'état du comparateur entre ces deux observations, soit des erreurs de pointer proprement dites.

Dans les observations du tranchant des couteaux, sauf pour les trois premières déterminations, on a fait une observation avant celle de l'échelle et une après, la différence entre ces deux lectures donne ainsi l'erreur provenant, soit de la modification dans l'état du comparateur entre ces deux observations, soit des erreurs de pointer proprement

dites. Le tableau suivant renferme ces différences exprimées en parties des vis micrométriques, les deux premières colonnes donnent la différence entre le nombre de parties compris entre la lecture des traits 248l,4 et 248,5 et le chiffre de 402r,12 obtenu dans les expériences du tableau, page 550; les deux colonnes suivantes renferment la différence entre la seconde et la première lecture faites sur le tranchant du couteau supérieur; les deux dernières colonnes enfin renferment la différence entre la seconde et la première lecture faites sur le tranchant du couteau inférieur. Comme dans chaque détermination de la distance des couteaux, il a été fait une mesure de la distance des couteaux obscurs, et une de la distance des couteaux éclairés, c'est à la première de ces mesures que se rapportent les chiffres des colonnes, 1, 3 et 5, et à la seconde ceux des colonnes 2, 4 et 6. Je remarquerai seulement que, dans les trois déterminations marquées d'un astérisque, c'est dans la 1re, 3me et 5me colonnes que se trouvent les différences pour l'observation du tranchant éclairé, et dans la 2me, 4me et la 6me celles pour le tranchant obscur, attendu que, dans ces trois cas, c'est par l'observation des couteaux éclairés que l'on a commencé.

(*Voir le tableau ci-derrière.*)

L'on voit par les chiffres de ce tableau que le nombre moyen de parties du microscope supérieur, compris entre les traits 248l,4 et 248l,5 de l'échelle, s'accorde avec celui qui avait été obtenu dans les expériences du tableau, page 550, puisque la différence ne s'élève qu'à $-0^r,56$ dans la première mesure, et à $-0^r,02$ dans la seconde. On trouve par la somme des carrés pour l'écart moyen $\pm 2^r,00$ dans la première mesure, et $\pm 1^p,52$ dans la seconde; ces chiffres représentent par conséquent l'erreur moyenne, qui a été commise dans une détermination, en amenant les fils du microscope du trait 248l,4 au trait 248l,5, et qui provient, soit de l'inexactitude du pointer, soit d'une modification dans l'état du comparateur entre l'observation d'un trait et celle de l'autre. Il est évident, maintenant, que la moyenne des deux comparaisons faites avec

	Nombre de parties pour 0l,1.		Couteau supérieur.		Couteau inférieur.	
	Différences entre le nombre observé et 402p,12.		Différences entre la seconde lecture et la première.		Différences entre la seconde lecture et la première.	
	1re mesure.	2me mesure.	1re mesure.	2me mesure.	1re mesure.	2me mesure.
	p	p	p	p	p	p
25 novembre 1864	0,0	+0,9	+ 2,4	—1,2	+5,0	+3,4
27 novembre »	—1,1	—1,4	+ 3 5	—1,3	+2,2	—0,2
28 novembre »	+1,1	—1,1	+ 9,0	+5,15	+2,0	+4,65
17 décembre »	+1,0	—0,5	+ 1,15	—2,1	+4,6	+5,15
22 décembre »	—2,25	—2 4	+ 1,25	+1,0	+2,0	+1,65
18 janvier 1865	—1.0	+2,1	+ 0,15	+2,1	+0,25	+0 5
18 janvier »	+0,9	—0,3	+ 1.1	+3,3	+1,65	+0,2
24 janvier »	0,0	+0.1	+ 5,25	+4,0	—5,0	—3,5
24 janvier »	—0,8	—2,8	+ 2,1	+0,45	+1,4	+0,35
22 février »	+1,2	+1,5	+ 3,9	+1,5	—0,6	—1,25
22 février »	+1,4	—0,2	+ 2,1	+0,1	—0,25	—1,15
19 mars »	—1,6	—0.85	+ 7,0	—0,4	—1,3	—0,35
19 mars »	—1,5	—1,1	+ 6,65	+0 75	+0,4	—2,1
3 avril »	+2,9	+0,9	+ 8,7	+1,8	—2,2	—0,7
18 avril »	+0,9	+0,9	0,0	—1,1	—1,2	—0,3
23 avril »	+0,4	—1,1	— 0,1	+1,3	—1,0	—1,6
24 avril »	—0,2	0,0	+ 2,0	—0,15	—1,5	+0,6
26 avril »	+1,1	+1,7	+ 2,4	+1,1	—0,15	—2,0
18 octobre »	+2,7	+1.8	+ 6,1	+1,9	—1,35	—1,0
9 novembre »	+2,0	+0 5	+ 2,1	+2,4	+0,1	0,0
24 novembre »	+4.4	+1,9	— 3,15	+1,1	0,0	+1,15
25 novembre »	+4,1	+3,0	+ 4,85	+0 85	—1,3	—0,1
15 décembre »	—5,1	—2,4	+ 3,1	+2,5	—1,2	—0,5
23 février 1866	+1.3	—0,8	+ 3,5	—1,1	+0,5	—1,0
25 février »	+1,4	+1,0	+11,3	+1,35	—3,7	—3 2
25 février »	+1,2	+1,4	+ 7,65	+3.85	—2,5	—1,6
15 mars »	—1,5	—0,7	+ 1.0	+0,1	—2,2	—1,5
15 mars »	—2,0	—2,4	+ 5.0	+5,0	2,0	—2,15
16 mars »	—0,5	+0,9	+ 2,5	—0,65	+0,25	—0,65
Moyennes	+0,36	+0,02	+ 3,53	+1,16	—0,25	—0,25

le trait 248l,4 et avec le trait 248l,5 ne sera affectée que de la moitié de l'erreur, dont est entachée leur différence; l'erreur sera donc de $\pm 1^{p},00$ dans le premier cas, et de $\pm 0^{p},76$ dans le second.

Dans l'observation du tranchant du couteau supérieur on trouve, en moyenne, une différence de $-3^{p},53$ entre la seconde lecture et la première, pour la première mesure, et de $+1^{p},16$ pour la seconde. Le

signe positif de la différence montre, qu'elle provient d'une flexion du comparateur, et cet effet, dû à la flexion, est, comme on pouvait s'y attendre, plus prononcé pour la première mesure faite au moment où l'observateur s'approche de l'instrument, que pour la seconde. Dans l'observation du tranchant du couteau inférieur, la différence entre la seconde lecture et la première est en moyenne presque nulle, d'un quart de partie seulement; les modifications dans l'état du comparateur dues à la proximité de l'observateur devant être presque sans influence sur le microscope inférieur, placé près de son extrémité inférieure. Il est ainsi hors de doute, que la proximité de l'observateur produit une modification dans l'état du comparateur, de telle sorte que la lecture faite sur le tranchant du couteau supérieur avant l'observation de l'échelle diffère de quelques parties de celle, qui est faite au bout de quelques minutes, après l'observation de l'échelle; si l'on n'admet pas que ces modifications suivent une marche proportionnelle au temps, et qu'elles soient ainsi éliminées dans la moyenne des deux lectures faites sur le tranchant du couteau, elles produiront dans les mesures une erreur qui pourra être évaluée, au maximum, à la moitié de la différence entre les deux lectures. On trouvera ainsi, en faisant la somme des carrés des demi-différences du tableau précédent :

$\pm 2^{p},38$	pour l'erreur	moyenne	dans la	1re	mesure du	couteau supérieur.
$\pm 1,12$	»	»	dans la	2me	»	» »
$\pm 1,09$	»	»	dans la	1re	mesure du	couteau inférieur.
$\pm 1,00$	»	»	dans la	2me	»	» »

Une détermination de la distance entre les couteaux obscurs repose sur quatre observations, savoir celle du tranchant du couteau supérieur, pour laquelle nous venons de trouver l'erreur moyenne $\pm 2^{p},38$; celle de la division de l'échelle, erreur moyenne $\pm 1^{p},00$; celle du tranchant du couteau inférieur, erreur moyenne $\pm 1^{p},09$, enfin celle du trait 0 de l'échelle, pour laquelle nous pouvons également adopter $\pm 1^{p},00$ pour erreur moyenne. On aura ainsi pour l'erreur moyenne d'une mesure de la distance entre les couteaux obscurs, provenant soit des erreurs de

pointer, soit des modifications dans l'état du comparateur pendant les observations,

$$\pm\sqrt{(2{,}38)^2+(1{,}00)^2+(1{,}09)^2+(1{,}00)^2}=\pm 2^{p}{,}98.$$

De même, une mesure de la distance entre les couteaux éclairés sera affectée d'une erreur moyenne,

$$=\pm\sqrt{(1{,}12)^2+(0{,}76)^2+(1{,}00)^2+(1{,}00)^2}=\pm 1^{p}{,}96.$$

Il en résulte donc $\pm 3^{p},56 = \pm 0^{l},00089$ pour l'erreur moyenne qui est produite, par les causes indiquées, dans la différence entre la distance des couteaux obscurs et celle des couteaux éclairés, et $\pm 1^{p},78 = \pm 0^{l},00045$ pour l'erreur moyenne qui est produite dans la demi-somme de la distance des couteaux obscurs et de celle des couteaux éclairés.

On voit, par conséquent, qu'il est impossible d'attribuer aux modifications produites par la proximité de l'observateur sur le comparateur l'écart moyen de $\pm 0^{l},00134$ sur une détermination de la distance entre les couteaux, puisque la discussion précédente montre que l'erreur totale provenant des erreurs de pointer et de ces modifications ne s'élève en moyenne qu'à $0^{l},00045$. En tenant compte de l'inégalité de température du pendule et de l'échelle, qui peut produire en maximum une erreur moyenne de $\pm 0^{l},00050$, on obtiendrait ainsi $\pm 0^{l},00067$ pour l'erreur moyenne d'une détermination, en ayant égard à toutes les causes d'erreur que nous avons examinées, tandis que l'on trouve d'après les chiffres du tableau, page 340, $\pm 0^{l},00134$. On est ainsi amené à admettre, que les écarts entre les valeurs obtenues pour la distance des couteaux pendant la série des observations soient dus, en partie, à une autre cause qu'aux erreurs dans les mesures, et cette cause est facile à indiquer, c'est le changement d'ajustement des couteaux, qui peut produire une très-petite différence dans la distance qui sépare le tranchant des deux couteaux. Ce qui confirme cette explication, c'est la comparaison des valeurs obtenues d'un jour à l'autre pour la différence entre la distance des couteaux obscurs et celle des couteaux éclairés, tableau page 352; la

valeur moyenne de la différence est $-0^{l},00060$, ainsi, par suite d'un effet d'irradiation, le champ éclairé empiète un peu sur la face sombre du couteau, et *vice versâ*, la face éclairée du couteau empiète un peu sur le champ obscur. Si l'on fait la somme des carrés des écarts entre chaque valeur et la moyenne, on trouve $\pm 0^{l},00112$ pour l'erreur moyenne d'une détermination de la différence entre la distance des couteaux obscurs et celle des couteaux éclairés. Cette erreur ne provient que des erreurs accidentelles de pointer, des modifications dans l'état du comparateur, dues à la présence de l'observateur, qui se sont produites dans l'observation des couteaux obscurs et dans celle des couteaux éclairés, enfin des changements qui ont eu lieu dans la température relative de l'échelle et du pendule pendant la durée des observations; elle est naturellement indépendante des variations, qui auraient pu avoir lieu d'un jour à l'autre dans la longueur réelle du pendule, ainsi que de l'erreur dans la détermination de l'inégalité du coefficient de dilatation. Or, de l'erreur moyenne $\pm 0^{l},00112$ sur la différence de longueur pour les couteaux obscurs et pour les couteaux éclairés, on déduit $\pm 0^{l},00079$ pour l'erreur moyenne de l'une, ou de l'autre de ces longueurs, en supposant que l'erreur soit la même dans les deux cas, et, par suite, $\pm 0^{l},00056$ pour l'erreur moyenne de leur demi-somme, c'est-à-dire d'une détermination de la distance des couteaux.

On voit ainsi que les observations elles-mêmes permettent d'apprécier l'erreur moyenne qui affecte une détermination, et qui provient des erreurs accidentelles de pointer et de l'influence du corps de l'observateur sur l'appareil. Elle s'élève à $\pm 0^{l},00056$ et elle est, comme on pouvait s'y attendre, inférieure au chiffre de $\pm 0^{l},00067$, auquel nous étions arrivés par un autre procédé, comme étant le maximum auquel cette erreur pût s'élever. Pour expliquer l'écart moyen de $\pm 0^{l},00154$ dans les déterminations du tableau page 340, il faut, par conséquent, admettre une cause autre, que les erreurs commises dans la mesure, et qui puisse donner lieu à un écart moyen de $\pm 0^{l},00121$. Si l'on groupe les observations du tableau page 340 en séries, en réunissant entre elles toutes les déter-

minations, dans lesquelles l'ajustement des couteaux est resté le même, on peut former le tableau suivant dans lequel je donne, pour les huit séries, la valeur moyenne de la distance entre les couteaux, l'erreur moyenne d'une détermination, résultant de la comparaison des déterminations de la même série, et l'erreur moyenne de la moyenne.

Ajustement.	Séries.	Nombre de mesures	Longueur moyenne.	Erreur moyenne	
				d'une mesure.	de la moyenne.
			l	l	l
A	du 20 novembre au 17 décembre 1864	8	248,48002	±0,00080	±0,00028
B	du 18 janvier au 24 janvier 1865	4	248,47843	0,00044	0,00022
C	du 22 février au 19 mars »	4	248,47799	0,00042	0,00021
D	du 3 avril au 18 octobre »	6	248,47857	0,00120	0,00049
C	9 novembre »	1	248,48300	(0,00070)	(0,00070)
B	du 24 novembre au 15 décembre »	3	248,48017	0,00060	0,00034
A	du 23 février au 25 février 1866	3	248,48092	0,00068	0,00039
C	du 15 mars au 16 mars »	3	248,47987	0,00065	0,00037

L'erreur moyenne d'une mesure est ainsi réduite à $\pm 0^{l},00070$, si l'on ne compare entre elles que les déterminations faites dans le même ajustement; ce chiffre se rapproche beaucoup de celui auquel nous étions arrivés par la discussion des différentes causes d'erreur dans les mesures, savoir $\pm 0^{l},00067$.

Comme la série C, du 9 novembre, ne comprend qu'une seule détermination, je lui ai attribué pour erreur la valeur moyenne $\pm 0^{l},00070$, et je l'ai mise pour cette raison entre parenthèses. Si l'on attribue à la longueur fournie par chaque série un poids inversément proportionnel au carré de l'erreur moyenne de cette série, en prenant pour l'erreur correspondant à l'unité de poids $\pm 0^{l},00050.7$, on trouvera pour la moyenne probable des 8 séries $248^{l},47916$, l'écart moyen d'une série dont le poids est égal à 1 étant $\pm 0^{l},00120$. On voit ainsi que le changement d'ajustement des couteaux peut amener dans la longueur du pendule de petites différences, s'élevant en moyenne à $\pm 0^{l},00120$, c'est-à-dire presque identiquement le chiffre trouvé plus haut.

On peut remarquer que ces petites différences dans la longueur du pendule se produisent toutes les fois que l'ajustement des couteaux est changé, et que lorsque la même disposition des couteaux a été ramenée, après un certain intervalle de temps, la longueur du pendule ne revient pas la même. Elles doivent être probablement attribuées à la manière de fixer les couteaux dans les montures, en serrant un peu plus ou un peu moins les vis, bien que l'on ait eu le soin d'opérer autant que possible de la même manière dans ces changements. Il est évident que, pour procéder avec toute l'exactitude possible, il faudra tenir compte, dans la réduction des observations, de ces petites variations dans la distance des couteaux, et réduire chaque durée observée d'une oscillation en prenant pour la distance entre les couteaux celle qui se trouve dans la série correspondante. Si l'on négligeait ces petites variations dans la longueur de la distance entre les couteaux, en réduisant par conséquent toutes les observations avec la longueur moyenne, il en résulterait une erreur s'élevant en moyenne à $\pm \frac{1}{200000}$ dans chaque détermination, quantité qui est à peine appréciable, puisqu'elle ne produit qu'une différence de $\pm \frac{1}{400000}$ sur la durée de l'oscillation.

La valeur 0,00000090, trouvée plus haut pour la différence du coefficient de dilatation du pendule et de l'échelle, a été obtenue en ne tenant pas compte des petites variations, que le changement d'ajustement des couteaux introduit dans la longueur absolue du pendule. J'ai refait le calcul, en tenant compte de ces variations d'après le tableau de la page précédente, qui permet de trouver pour chaque série l'excédant de la longueur du pendule sur la valeur moyenne. Je suis ainsi parvenu au nombre 0,000000939 pour la différence du coefficient de dilatation du pendule et de l'échelle, valeur qui est de $^1/_{15}$ plus grande que la précédente. Il suffira, par conséquent, si l'on adopte cette nouvelle valeur, d'augmenter de $^1/_{15}$ les corrections qui résultent de l'inégalité du coefficient de dilatation, et qui ont été indiquées précédemment. Ainsi, par exemple, pour ramener à la température de 16° $^1/_2$ la distance des couteaux mesurée à la température moyenne de + 8°,7, il faudra ajouter

la correction $+0^{l},001762$, au lieu de celle de $0^{l},001689$ précédemment trouvée. Je me bornerai à donner, pour chaque série, la longueur moyenne du pendule à la température $+8^{o},7$, et celle à la température $+16^{o}\,1/4$, d'après cette nouvelle valeur de l'inégalité du coefficient de dilatation.

					Longueur moyenne à $+8^{o}7$.	Longueur moyenne à $+16^{o}\,1/4$.
					l	l
1re	série.	Ajustement	A	du 20 novembre au 17 décembre 1864	248,48004	248,48180
2me	»	»	B	du 18 janvier au 24 janvier 1865	248,47847	248,48023
3me	»	»	C	du 22 février au 19 mars »	248,47803	248,47979
4me	»	»	D	du 3 avril au 18 octobre »	248,47850	248,48026
5me	»	»	C	9 novembre »	248,48298	248,48474
6me	»	»	B	du 24 novembre au 15 décembre »	248,48016	248,48192
7me	»	»	A	du 23 février au 25 février 1866	248,48093	248,48269
8me	»	»	C	du 15 mars au 16 mars »	248,47989	248,48165
				Moyenne des 32 mesures.....	248,47948.	248,48124

J'indiquerai enfin le résultat de deux expériences que j'ai faites sur l'écrasement des couteaux, d'après la méthode décrite dans le chapitre précédent. Le poids additionnel qui était placé sur le disque supérieur, le pendule étant suspendu sur les fourchettes, mais le couteau étant très-près du plan de suspension, était de 450 grammes. Ce poids suffit, par la flexion des ressorts, pour amener le tranchant du couteau en contact avec le plan de suspension, sans qu'il ait à supporter le poids du pendule. L'expérience a été faite le 17 décembre 1864, sur le couteau portant la marque ., et le 22 décembre 1864 sur le couteau portant la marque . .; dans ces deux cas, j'ai pu constater un petit abaissement dans le niveau du tranchant du couteau inférieur, lorsque le pendule reposait de tout son poids sur le couteau supérieur au lieu de reposer sur les fourchettes, le tranchant du couteau supérieur ayant été amené à être en contact avec le plan de suspension par l'adjonction du poids additionnel. Ce petit abaissement, qui donne la mesure de l'écrasement des couteaux, a été trouvé dans les deux cas d'un peu plus

d'une partie du microscope inférieur, soit de 0,0005; cette quantité est par conséquent en dedans des limites de l'incertitude provenant, soit des erreurs de pointer, soit de l'influence du corps de l'observateur sur l'appareil.

§ 4.

Détermination de la position du centre de gravité du pendule.

La distance du centre de gravité du pendule au tranchant de chacun des couteaux a été déterminée à l'aide de l'appareil décrit dans le § 2. Le pendule était d'abord mis en équilibre dans la position, où le centre de gravité est le plus rapproché de l'extrémité de la règle portant la languette avec laquelle on affleure le tranchant du couteau. Si l'on désigne par h la distance du centre de gravité au couteau le plus rapproché du disque plein, par x la longueur constante, dont la signification a été donnée dans le § 2, et par A la longueur sur la règle donnée par la différence de lecture des deux verniers, on a $A=h-x$. Le pendule est ensuite retourné bout à bout, et il est de nouveau mis en équilibre, le couteau le plus rapproché du disque creux étant affleuré par la languette, qui se trouve à l'une des extrémités de la règle. Si l'on désigne par h' la distance du centre de gravité au couteau le plus rapproché du disque creux, et par B la longueur sur la règle donnée par la différence de lecture des deux verniers, on a $B=h'-x$.

On en tire $h'-h=B-A$, et, par conséquent, la distance IG du centre de gravité au centre de figure $=\frac{h'-h}{2}=\frac{B-A}{2}$; puis $x=\frac{h'+h-(B+A)}{2}$, la somme $h'+h$ est égale à la distance entre les deux couteaux, que j'ai prise égale à 248l,48, approximation suffisante, puisque la lecture des verniers ne peut donner le centième de ligne que par estimation. De la valeur de x on déduit ensuite celle de h et de h'.

Les mesures suivantes ont été faites dans deux ajustements des couteaux, savoir A et C; on a eu soin aussi de tourner le pendule de telle

façon que la même extrémité des couteaux fût tantôt en haut, tantôt en bas, ce qui est indiqué par la désignation *R* haut et *R* bas, la lettre *R* étant l'initiale du nom du fabricant gravé à l'extrémité de l'une des montures des couteaux.

Date. 1866	Ajustement et position de R.	A.	B.	IG.	x.	h.	h'.
		l	l	l	l	l	l
2 février	A. R haut	49,35	124,20	37,425	37,465	86,815	161,665
9 février	A. R haut	49,32	124 24	37,46	37,46	86,78	161,70
9 février	A. R bas	49,30	124,25	37,475	37,465	86,765	161,715
26 février	A. R haut	49,37	124,30	37,465	37,405	86,775	161,705
26 février	A. R bas	49,32	124,30	37,49	37,43	86,75	161,73
7 mars	C. R bas	49,28	124,24	37,48	37,48	86,76	161,72
7 mars	C R haut	49,33	124,25	37,46	37,45	86,78	161,70
16 mars	C. R haut	49,35	124,26	37,455	37,435	86,785	161,695
16 mars	C. R bas	49,32	124,25	37,465	37,455	86,775	161,705
Moyenne	9 mesures			37,464	37,450	86,776	161,704

Ces mesures font connaître, par conséquent, avec toute l'exactitude désirable, la position du centre de gravité du pendule ; l'écart moyen sur une valeur de IG, h ou h' est de $\pm 0^{l},024$, les moyennes peuvent donc être regardées comme exactes à moins d'un centième de ligne près.

L'erreur est ainsi de $\frac{1}{4000}$ environ sur la distance de $37^{l},464$ qui sépare le centre de gravité du pendule du centre de figure, elle n'est que de $\frac{1}{9000}$ sur la distance qui sépare le centre de gravité du couteau le plus rapproché et de $\frac{1}{17000}$ sur celle qui sépare le centre de gravité du couteau le plus éloigné. Comme la correction qu'il faut apporter à la distance des couteaux, pour avoir la longueur du pendule simple faisant une oscillation dans le vide dans le même temps que la durée observée, est à peu près de $-0^{l},20$, lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché du centre de gravité, et de $+0^{l},11$, lorsqu'il est suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, l'incertitude sur cette correction, provenant de l'erreur dans la détermination du centre de gravité, ne sera que de $0^{l},00005$ dans le premier cas, et

de 0!,00005 dans le second. L'on peut ainsi regarder cette détermination de la position du centre de gravité comme suffisamment exacte pour le but que l'on a en vue.

CHAPITRE III.

Détermination de la durée d'une oscillation.

Ainsi que je l'ai exposé dans l'introduction, j'ai fait deux séries d'expériences sur la durée d'une oscillation; dans la première, c'était par l'intervalle de 376 secondes employé pour 500 oscillations, que la durée d'une oscillation était obtenue; dans la seconde série, l'intervalle était de 2130 secondes et le nombre des oscillations de 2828. Bien que les observations de la première série ne permettent pas d'obtenir la durée d'une oscillation avec une exactitude comparable à celle de la seconde, et qu'il ne soit pas possible d'en tenir compte dans le résultat final, il m'a paru préférable de les publier comme les autres, au lieu de les passer complétement sous silence. La discussion de ces observations peut en effet permettre d'apprécier la grandeur comparative de l'erreur, dont est affecté un intervalle de temps obtenu par l'enregistrement chronographique, suivant que cet intervalle est plus ou moins long, et de comparer dans les deux cas la part d'erreur qui revient à l'enregistrement électrique, et celle qui provient d'erreurs physiologiques.

Lorsque c'est une pendule auxiliaire qui trace les secondes sur la bande de papier, comme c'est le cas à Genève, il est nécessaire de transformer en temps de la pendule sidérale normale un instant donné par l'enregistrement électrique en temps de la pendule chronographique. C'est par les expériences et comparaisons faites en vue d'effectuer cette transformation que je commencerai.

§ 5.

Comparaisons de la pendule chronographique et de la pendule sidérale Dent.

Le théodolithe, qui servait à l'observation des oscillations du pendule était placé très-près de la pendule normale Dent, dont l'observateur pouvait facilement entendre les battements; la comparaison de la pendule chronographique et de la pendule normale s'effectuait en donnant à l'aide du levier-clef une série de signaux correspondant aux battements de la pendule normale. Les tableaux suivants renferment les résultats de ces comparaisons pour chaque jour d'observation; la première colonne donne l'instant moyen de chaque comparaison, la deuxième la correction qu'il faut appliquer, d'après la moyenne de tous les signaux consécutifs, à la pendule chronographique pour la ramener à la pendule Dent, la troisième le nombre des signaux qui ont concouru à cette moyenne, la quatrième l'erreur moyenne d'un signal, calculée par la somme des carrés des écarts d'un signal avec la moyenne, la cinquième l'erreur moyenne de cette moyenne, enfin la sixième l'écart, ou la différence entre la correction de la pendule chronographique fournie par l'observation et celle, qui a été calculée par une formule déduite de l'ensemble de toutes les comparaisons faites le même jour. J'indiquerai plus loin de quelle manière ces formules ont été obtenues.

Comparaisons de la pendule chronographique avec la pendule normale Dent.

Première série d'expériences.

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.
20 NOVEMBRE 1864					
18h33m20s	−0,387	41	±0,041	±0,0064	+0,004
37 20	+0,313	41	,035	,0055	— ,015
41 50	+0,301	41	,032	,0050	+ ,034
47 0	+0,168	32	,035	,0062	— ,029
51 0	+0,144	41	,035	,0055	,000
54 20	+0,099	41	,038	,0059	— ,001
19 0 20	+0,019	41	,020	,0031	— ,004
4 20	−0,030	41	,024	,0037	— ,002
8 40	−0,056	41	,044	,0069	+ ,026
14 0	−0,162	41	,029	,0046	— ,015
18 0	−0,190	41	,036	,0056	+ ,005
22 10	−0,249	41	,037	,0057	— ,004
23 DÉCEMBRE 1864					
18h38m20s	+0,381	41	±0,040	±0,0063	−0,016
46 40	+0,417	41	,046	,0072	— ,012
52 0	+0,420	41	,048	,0075	— ,010
19 2 0	+0,418	41	,047	,0074	— ,001
5 20	+0,429	41	,032	,0050	+ ,007
11 0	+0,423	41	,065	,0101	− ,004
28 40	+0,440	41	,041	,0064	— ,001
32 40	+0,420	41	,024	,0038	— ,024
37 0	+0,470	41	,047	,0074	+ ,022
43 0	+0,435	41	,027	,0042	— ,018
47 0	+0,457	39	,028	,0045	— ,001
51 40	+0,472	33	,061	,0107	+ ,012
8 JANVIER 1865					
18h38m15s	+0,314	28	±0,040	±0,0075	−0,006
42 45	+0,328	31	,037	,0067	— ,007
47 25	+0,367	31	,036	,0064	+ ,010
53 45	+0,401	31	,033	,0060	+ ,017
57 45	+0,396	31	,024	,0043	— ,005
19 2 35	+0,422	31	,045	,0082	— ,001

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.
8 JANVIER 1865 (suite).					
19h 8m15s	+0,454	31	±0,022	±0,0039	+0,005
12 15	+0,451	31	,035	,0063	— ,017
16 35	+0,490	31	,042	,0076	,000
30 25	+0,553	31	,032	,0059	− ,008
34 15	+0,596	31	,027	,0050	+ ,015
39 15	+0,605	31	,030	,0055	— ,003
9 JANVIER 1865					
18h46m15s	+0,682	31	±0,034	±0,0062	0,000
50 15	+0,722	31	,038	,0068	+ ,014
55 15	+0,725	31	,028	,0051	— ,016
19 0 45	+0,781	31	,032	,0058	+ ,002
4 15	+0,796	31	,032	,0057	— ,008
9 15	+0,837	26	,030	,0059	— ,004
14 45	+0,893	31	,028	,0051	+ ,008
19 15	+0,932	31	,047	,0084	+ ,011
23 45	+0,943	31	,025	,0045	— ,016
30 15	+1,030	31	,021	,0038	+ ,014
34 15	+1,055	31	,030	,0054	+ ,003
39 15	+1,090	31	,043	,0077	— ,009
28 JANVIER 1865					
22h11m15s	+0,994	31	±0,043	±0,0076	+0,008
15 15	+1,007	31	,034	,0061	,000
20 15	+1,021	31	,034	,0061	— ,011
25 15	+1,050	31	,044	,0079	— ,004
29 45	+1,069	31	,029	,0052	— ,003
35 0	+1,082	31	,040	,0071	— ,009
39 45	+1,127	31	,035	,0062	+ ,021
44 15	+1,124	31	,027	,0049	+ ,006
48 45	+1,122	31	,031	,0056	— ,007
54 45	+1,140	31	,041	,0074	,000
59 15	+1,146	31	,024	,0044	,000
23 4 15	+1,149	31	,028	,0051	— ,002

Comparaisons de la pendule chronographique avec la pendule normale Dent.

Première série d'expériences.

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.
29 JANVIER 1865					
	s		s	s	s
19h45m45s	+0,089	31	±0,035	±0,0063	—0,005
50 15	+0,106	31	,027	,0048	+ ,003
54 45	+0,113	31	,029	,0052	,000
59 15	+0,123	31	,038	,0068	+ ,001
20 3 15	+0,139	31	,027	,0048	+ ,008
8 15	+0,142	31	,029	,0052	,000
12 45	+0,157	29	,028	,0052	+ ,004
17 15	+0,154	31	,035	,0062	— ,010
22 45	+0,160	29	,027	,0051	— ,017
28 45	+0,208	31	,029	,0052	+ ,015
33 15	+0,204	31	,036	,0064	,000
37 45	+0,208	31	,028	,0050	— ,008
43 15	+0,245	28	,038	,0072	+ ,014
47 45	+0,248	31	,036	,0066	+ ,005
52 15	+0,246	31	,027	,0049	— ,010
8 FÉVRIER 1865					
	s		s	s	s
22h28m45s	—0,271	31	±0,052	±0,0093	—0,012
37 30	—0,212	31	,040	,0072	+ ,022
42 15	—0,215	31	,022	,0039	+ ,006
57 45	—0,188	31	,040	,0071	— ,013
23 2 15	—0,172	31	,036	,0065	— ,011
31 0	—0,059	31	,030	,0054	+ ,008
[1] 35 45	—0,149	31	,028	,0050	— ,008
39 45	—0,124	30	,030	,0056	+ ,003
55 30	—0,069	31	,028	,0051	+ ,003
0 0 0	—0,037	31	,037	,0053	+ ,018
4 15	—0,050	31	,029	,0052	— ,011
10 15	—0,021	31	,040	,0071	— ,004
14 15	+0,005	31	,035	,0063	+ ,006
19 15	+0,010	31	,026	,0047	— ,007
18 MARS 1865					
	s		s	s	s
0h56m45s	—0,153	31	±0,031	±0,0055	—0,002
1 1 15	+0,144	31	,030	,0055	— ,004
5 45	+0,155	29	,019	,0035	+ ,014
13 45	+0,130	31	,033	,0059	— ,001
18 15	+0,118	31	,035	,0063	— ,007
23 15	+0,114	31	,031	,0056	— ,006
28 15	+0,117	31	,027	,0049	,000
33 15	+0,114	31	,023	,0042	+ ,001
38 15	+0,122	31	,022	,0040	+ ,011
44 15	+0,103	31	,032	,0058	— ,006
49 15	+0,111	31	,036	,0065	+ ,003
53 45	+0,105	31	,030	,0053	— ,003
29 MARS 1865					
	s		s	s	s
23h59m45s	+0,337	31	±0,027	±0,0049	0,000
0 4 15	+0,333	31	,035	,0063	+ ,004
9 15	+0,317	31	,033	,0059	— ,001
15 15	+0,297	31	,040	,0072	— ,008
19 45	+0,290	31	,026	,0047	— ,004
24 15	+0,294	31	,043	,0078	+ ,011
29 45	+0,273	31	,036	,0065	+ ,003
34 15	+0,253	31	,043	,0077	— ,004
39 15	+0,237	31	,027	,0048	— ,005
46 45	+0,229	31	,032	,0058	+ ,009
51 15	+0,204	31	,029	,0053	— ,001
56 15	+0,185	31	,020	,0036	— ,003

[1] Avant cette comparaison, à 23h32m, on a changé la plume des signaux de la pendule chronographique, ce qui a amené un changement de la parallaxe des deux plumes, et par suite de l'équation des deux pendules.

Comparaisons de la pendule chronographique avec la pendule normale Dent.

Première série d'expériences.

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.
		30 MARS 1865			
	s		s	s	s
1h44m15s	−0,313	28	±0,037	±0,0069	−0,018
48 45	−0,282	31	,030	,0053	+ ,029
53 45	−0,330	31	,025	,0046	— ,002
58 45	−0,352	31	,052	,0093	— ,008
2 3 15	−0,352	31	,039	,0070	+ ,003
7 45	−0,372	31	,025	,0044	— ,006
12 45	−0,385	31	,035	,0063	— ,010
17 15	−0,370	31	,026	,0046	+ ,012
22 15	−0,378	31	,025	,0045	+ ,009
26 45	−0,403	31	,026	,0047	— ,011
31 15	−0,395	31	,042	,0075	— ,001
36 15	−0,391	31	,025	,0045	+ ,003
		17 AVRIL 1865			
	s		s	s	s
3h53m45s	+0,757	31	±0,033	±0,0060	−0,008
58 15	+0,740	31	,025	,0045	+ ,013
4 2 45	+0,687	31	,027	,0049	— ,003
		17 AVRIL 1865 (suite).			
	s		s	s	s
4h 7 15s	−0,653	31	±0,034	±0,0061	0,000
11 45	+0,619	31	,026	,0048	+ ,002
16 15	+0,587	31	,042	,0075	+ ,006
21 15	+0,523	31	,036	,0065	— ,019
25 45	+0,511	31	,037	,0067	+ ,004
30 45	+0,473	31	,024	,0043	+ ,005
[1]5 0 15	+0,321	31	,031	,0056	+ ,002
4 45	+0,283	31	,029	,0052	— ,003
9 15	+0,256	30	,028	,0051	+ ,001
		10 MAI 1865			
	s		s	s	s
2h30m15s	−0,336	31	±0,024	±0,0043	−0,011
34 45	−0,317	31	,030	,0054	+ ,007
39 45	−0,316	31	,029	,0052	+ ,009
3 9 15	−0,385	31	,036	,0065	— ,016
13 45	−0,375	31	,031	,0056	+ ,005
18 15	−0,387	31	,031	,0056	+ ,006

Deuxième série d'expériences.

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.
		11 JUIN 1865			
	s		s	s	s
3h43m25s	−0,6439	51	±0,039	±0,0055	−0,0079
46 15	−0,6343	51	,028	,0040	+ ,0133
4 18 55	−0,7955	51	,035	,0049	− ,0094
21 35	−0,8152	51	,035	,0050	,0178
30 55	−0,8345	51	,032	,0045	+ ,0035
33 45	−0,8294	51	,036	,0050	+ ,0208
5 6 25	−0,9914	51	,029	,0041	− ,0021
9 15	−0,9989	51	,029	,0041	+ ,0022
		11 JUIN 1865 (suite).			
	s		s	s	s
5h20 15s	−1,0547	51	±0,028	±0,0038	0,0090
23 5	−1,0556	51	,037	,0052	+ ,0013
55 45	−1,1504	51	,036	,0051	+ ,0266
58 35	−1,1924	51	,032	,0046	− ,0059
6 10 5	−1,2311	51	,032	,0045	− ,0082
13 5	−1,2432	51	,025	,0035	− ,0113
45 35	−1,3129	51	,039	,0054	− ,0010
48 35	−1,3131	51	,025	,0035	+ ,0045

[1] Avant cette comparaison, à 4h32m, on a changé la plume des signaux de la pendule chronographique, ce qui a amené un changement de la parallaxe des deux plumes.

Comparaisons de la pendule chronographique avec la pendule normale Dent.

Deuxième série d'expériences.

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.	Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Écart.
12 JUIN 1865						30 OCTOBRE 1865					
	s		s	s	s		s		s	s	s
6h34m25s	-0,8010	51	±0,030	±0,0043	-0,0038	13h50m25s	-0,7590	51	±0,037	±0,0052	-0,0030
37 15	-0,8024	51	,031	,0045	+,0053	53 25	-0,7513	51	,028	,0039	+,0038
7 9 55	-0,9306	51	,028	,0040	-,0039	14 25 55	-0,7812	51	,035	,0049	-,0014
12 55	-0,9416	51	,038	,0054	-,0048	28 55	-0,7850	51	,033	,0047	+,0002
20 55	-0,9601	51	,024	,0034	+,0032	36 25	-0,7989	51	,031	,0043	+,0002
23 55	-0,9675	51	,028	,0040	+,0055	39 25	-0,8019	51	,035	,0049	+,0034
56 25	-1,0805	51	,031	,0045	-,0082	15 11 55	-0,9030	51	,029	,0040	-,0109
59 25	-1,0717	51	,028	,0040	+,0091	14 55	-0,9148	51	,028	,0039	-,0134
8 8 25	-1,1061	51	,032	,0045	,0000	23 25	-0,9131	51	,031	,0043	+,0151
11 25	-1,1201	51	,031	,0044	-,0057	26 25	-0,9306	51	,032	,0045	+,0073
43 55	-1,1890	51	,030	,0042	+,0107	58 55	-1,0274	51	,027	,0038	+,0172
46 55	-1,2022	51	,034	,0048	+,0050	16 1 55	-1,0614	51	,035	,0050	-,0072
55 25	-1,2342	51	,034	,0048	-,0060	11 25	-1,0832	51	,033	,0047	+,0006
58 25	-1,2434	51	,039	,0055	-,0079	14 25	-1,1088	51	,022	,0031	-,0160
9 30 55	-1,3140	51	,031	,0044	-,0018	46 55	-1,1658	51	,031	,0044	+,0093
33 55	-1,3155	51	,031	,0045	+,0032	49 55	-1,1863	51	,030	,0042	-,0053
26 OCTOBRE 1865						13 NOVEMBRE 1865					
	s		s	s	s		s		s	s	s
14h45m55s	+0,1766	51	±0,029	±0,0041	+0,0023	14h29m25s	0,3023	51	±0,034	±0,0048	-0,0106
48 55	+0,1900	51	,028	,0040	+,0092	32 25	-0,2878	51	,035	,0050	+,0054
15 21 25	+0,2324	51	,038	,0054	-,0200	15 1 55	0,2589	51	,037	,0052	+,0217
24 25	+0,2523	51	,034	,0048	-,0069	7 55	-0,2672	51	,031	,0043	+,0098
46 25	+0,3092	51	,033	,0047	-,0009	16 25	-0,2870	51	,037	,0052	-,0216
49 25	+0,3160	51	,035	,0049	-,0013	19 25	-0,2601	51	,033	,0047	-,0002
16 21 55	+0,4104	51	,037	,0052	+,0132	52 5	-0,1970	51	,040	,0057	-,0084
24 55	+0,4046	51	,038	,0053	-,0004	55 5	-0,1890	51	,034	,0048	-,0083
33 25	+0,4506	51	,040	,0056	+,0236	16 3 25	-0,1508	51	,033	,0047	+,0072
36 25	+0,4473	51	,038	,0053	+,0124	6 25	-0,1508	51	,028	,0039	-,0012
17 8 55	+0,5040	51	,043	,0061	-,0202	38 55	-0,0589	51	,035	,0049	-,0058
11 55	+0,5081	51	,036	,0051	-,0248	41 55	-0,0329	51	,047	,0066	+,0111
21 25	+0,5519	51	,035	,0049	-,0088	51 25	+0,0029	51	,027	,0038	+,0183
24 25	+0,5852	51	,033	,0047	+,0156	54 25	-0,0211	51	,031	,0044	-,0146
56 55	+0,6685	51	,041	,0057	-,0026	17 26 55	+0,0766	51	,036	,0050	-,0058
59 55	+0,6905	51	,038	,0053	+,0096	29 55	+0,0926	51	,040	,0056	+,0029

Comparaisons de la pendule chronographique avec la pendule normale Dent.

Deuxième série d'expériences.

Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Ecart.	Heure sidérale.	Correction de la pendule chronographique sur la pendule Dent.	Nombre de signaux.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.	Ecart.
17 NOVEMBRE 1865						25 JANVIER 1866					
	s		s	s	s		s		s	s	s
14h46m25s	+0,2039	51	±0,032	±0,0046	0,0008	21h22m25s	0,0038	51	±0,032	±0,0047	-0,0112
49 25	+0,1986	51	,035	,0050	- ,0013	25 25	+0,0061	51	,032	,0047	+ ,0138
15 21 55	+0,1333	51	,029	,0041	+ ,0056	57 55	-0,1554	51	,034	,0048	- ,0025
24 55	+0,1161	51	,030	,0043	- ,0035	22 0 55	-0,1680	51	,033	,0047	- ,0033
[1] 35 25	+0,1156	51	,029	,0041	- ,0117	11 25	-0,1994	51	,041	,0059	+ ,0045
38 25	+0,1406	51	,029	,0041	+ ,0219	14 25	-0,2212	51	,034	,0049	- ,0066
16 10 55	+0,0136	51	,026	,0037	- ,0087	46 55	-0,2977	51	,031	,0044	+ ,0180
13 55	-0,0067	51	,028	,0040	- ,0203	49 55	-0,3118	51	,034	,0049	+ ,0121
22 25	-0,0040	51	,037	,0053	+ ,0062	58 25	-0,3624	51	,030	,0043	- ,0164
25 25	-0,0101	51	,034	,0049	+ ,0082	23 1 25	-0,3671	51	,034	,0049	- ,0127
57 55	-0,0878	51	,038	,0054	+ ,0043	33 55	-0,4292	51	,028	,0040	- ,0048
17 0 55	-0,0926	51	,029	,0041	+ ,0045	36 55	-0,4149	51	,037	,0053	+ ,0153
9 25	-0,1036	51	,028	,0040	+ ,0056	46 25	-0,4545	51	,032	,0047	- ,0069
12 25	-0,1226	51	,040	,0057	- ,0099	49 25	-0,4516	51	,027	,0039	+ ,0013
44 55	-0,1187	51	,026	,0037	+ ,0003	0 21 55	-0,5051	51	,033	,0047	- ,0001
47 55	-0,1170	51	,025	,0036	- ,0008	24 55	-0,5095	51	,033	,0047	- ,0001
20 DÉCEMBRE 1865						26 JANVIER 1866					
	s		s	s	s		s		s	s	s
17h11m55s	-0,3220	51	±0,040	±0,0056	+0,0026	19h 6m25s	-0,7460	51	±0,029	±0,0041	+0,0012
14 55	-0,3122	51	,042	,0059	+ ,0047	9 25	-0,7718	51	,030	,0043	- ,0110
47 25	-0,2360	51	,040	,0056	+ ,0045	41 55	-0,8636	51	,032	,0046	+ ,0340
50 25	-0,2418	45	,040	,0059	- ,0077	44 55	-0,8891	51	,026	,0037	+ ,0202
59 55	-0,2331	51	,028	,0040	,0186	53 25	0,9571	51	,031	,0044	- ,0152
18 2 55	-0,2192	51	,028	,0040	- ,0108	56 25	-0,9838	51	,027	,0039	- ,0307
35 25	-0,1384	51	,026	,0037	+ ,0113	20 28 55	-1,0744	51	,023	,0033	- ,0098
38 25	-0,1315	51	,049	,0070	+ ,0134	31 55	-1,0718	51	,028	,0040	+ ,0021
[2] 49 55	-0,1324	51	,036	,0051	+ ,0100	41 25	-1,0945	51	,033	,0047	+ ,0080
52 55	-0,1238	51	,028	,0040	+ ,0143	44 25	-1,1141	51	,024	,0034	- ,0029
19 25 25	-0,1127	51	,040	,0057	- ,0148	21 16 55	-1,1903	51	,035	,0050	+ ,0047
28 25	-0,1088	51	,030	,0043	- ,0140	19 55	-1,2112	51	,029	,0041	- ,0095
37 25	-0,0958	51	,029	,0042	- ,0097	28 25	-1,2200	51	,033	,0047	- ,0001
40 25	-0,0754	51	,039	,0056	+ ,0079	31 25	-1,2131	51	,026	,0037	+ ,0129
20 12 55	-0,0629	51	,033	,0047	,0021	22 3 55	-1,2872	51	,029	,0041	- ,0062
15 55	-0,0509	51	,027	,0039	+ ,0084	6 55	-1,2834	51	,030	,0043	+ ,0017

[1] Avant cette comparaison, à 15h27m, on a changé la plume des signaux de la pendule normale, ce qui a amené un changement de la parallaxe des deux plumes.

[2] Avant cette comparaison, à 18h41m, la plume des signaux de la pendule chronographique a été changée, ce qui a amené un changement de la parallaxe des deux plumes.

Comme l'interrupteur de la pendule chronographique altère assez notablement sa marche, on ne peut pas la supposer parfaitement uniforme, même pendant l'intervalle de trois heures que duraient les observations de la deuxième série, ni même pendant un intervalle plus court encore, comme pour celles de la première série. Mais si la marche de la pendule ne peut pas être supposée uniforme, les irrégularités provenant de l'interrupteur peuvent être éliminées en calculant la correction, qu'il faut appliquer à ses indications pour les ramener à la pendule normale, par une formule empirique de la forme :

$$C = M + a.t - b.t^2 + c.t^3 + \text{etc.}$$

t étant l'intervalle de temps compris entre l'instant, pour lequel on veut calculer la correction, et l'instant moyen de toutes les comparaisons d'un jour, intervalle exprimé dans une unité arbitraire, et M, a, b, c, etc. des constantes, qui doivent être déterminées par la méthode des moindres carrés à l'aide de toutes les comparaisons faites le même jour. J'ai obtenu ainsi pour chaque jour d'observation les formules suivantes, dans lesquelles je me suis borné aux termes en t^2 pour la première série d'expériences, qui duraient en général une heure seulement et dans lesquelles j'ai pris 10 minutes pour l'unité de t. Pour les comparaisons de la deuxième série, j'ai tenu compte encore du terme en t^5, et l'unité de t a été prise de 30 minutes. Dans les cas, où l'une ou l'autre des plumes a été changée pendant la durée des observations, ce qui amène toujours un petit changement dans la position des deux plumes, et, par suite, dans l'équation des deux pendules, il est donné deux valeurs de la constante M, dont la première se rapporte aux comparaisons faites avant, et la seconde aux comparaisons faites après le changement des plumes.

Première série d'expériences.

L'unité de t est de 10^m.

		Instant moyen des comparaisons.	
1864	20 novembre.	$18^h57^m42^s$	$c = +0^s,0568 - 0^s,12867.t + 0^s,00219.t^2$
	23 décembre.	19 17 56,7	$c = +0,4325 + 0,00841.t - 0,00011.t^2$
1865	8 janvier...	19 6 55	$c = +0,4429 + 0,04685.t + 0,00136.t^2$
	9 janvier...	19 12 15	$c = +0,8647 + 0,07830.t + 0,00312.t^2$
	28 janvier...	22 37 15	$c = +1,0984 + 0,03168.t - 0,00451.t^2$
	29 janvier...	20 18 30	$c = +0,1670 + 0,02435.t + 0,00059.t^2$
	8 février...	23 31 15	$\left\{\begin{matrix} c = -0,0666 \\ c = -0,1566 \end{matrix}\right\} + 0,03390.t + 0,00050.t^2$
	18 mars.....	1 25 30	$c = +0,1187 - 0,00826.t + 0,00156.t^2$
	29 mars.....	0 27 30	$c = +0,2754 - 0,02616.t - 0,00144.t^2$
	30 mars.....	2 10 15	$c = -0,3707 - 0,01914.t + 0,00391.t^2$
	17 avril.....	4 25 9	$\left\{\begin{matrix} c = +0,5114 \\ c = +0,5796 \end{matrix}\right\} - 0,07768.t + 0,00093.t^2$
	10 mai	2 54 15	$c = -0,3390 - 0,01434.t - 0,00348.t^2$

Deuxième série d'expériences.

L'unité de t est de 30^m.

		Instant moyen des comparaisons.	
1865	11 juin	$5^h15^m20^s$	$c = -1^s,0260 - 0^s,12148.t + 0^s,005375.t^3 + 0^s,00114\ .t^5$
	12 juin.	8 4 2	$c = -1,0938 - 0,08442.t + 0,00404\ .t^2 - 0,000313.t^3$
	26 octobre...	16 26 2,5	$c = +0,4078 + 0,07728.t + 0,00271\ .t^4 + 0,000155.t^5$
	30 octobre...	15 19 40	$c = -0,9162 - 0,09528.t - 0,00580\ .t^3 + 0,00273\ .t^5$
	13 novembre.	15 59 26,25	$c = -0,1690 + 0,08179.t + 0,00750\ .t^2 - 0,00205\ .t^5$
	17 novembre.	16 17 40	$\left\{\begin{matrix} c = -0,0342 \\ c = +0,0030 \end{matrix}\right\} - 0,08467.t + 0,00653\ .t^2 + 0,00281\ .t^5$
	20 décembre.	18 44 2,5	$\left\{\begin{matrix} c = -0,1362 \\ c = -0,1512 \end{matrix}\right\} + 0,04568.t - 0,00511\ .t^3 - 0,000003.t^5$
1866	25 janvier...	22 53 55	$c = -0,3345 - 0,07805.t + 0,00894\ .t^2 - 0,000731.t^3$
	26 janvier...	20 36 40	$c = -1,0884 - 0,09030.t + 0,007985.t^2 + 0,000101.t^5$

C'est d'après ces formules qu'a été calculée, pour chaque jour et pour l'instant de chaque comparaison, la correction de la pendule chronographique, dont la différence avec la correction donnée par l'observation, pour cet instant, constitue l'écart qui est indiqué dans la dernière colonne des tableaux précédents. C'est également d'après ces formules qu'a été calculée la correction, qui a été appliquée à l'instant moyen d'une série d'oscillations du pendule, pour transformer en temps de la pendule nor-

male Dent l'instant donné par l'enregistrement en temps de la pendule chronographique.

Si l'on examine les écarts des tableaux ci-dessus, on voit que, dans un grand nombre de cas, ils dépassent très-notablement l'erreur moyenne, dont est affectée une comparaison, en la déduisant des erreurs accidentelles des signaux, qui ont concouru à la formation de chaque comparaison. Ces erreurs accidentelles peuvent provenir des causes suivantes : d'une erreur dans la perception par l'ouïe du battement de la pendule normale et dans le mouvement simultané du doigt sur le levier-clef; des erreurs mécaniques dans l'enregistrement électrique et dans le relevé des signaux. J'ai calculé pour chaque jour l'erreur moyenne d'un signal μ, d'après toutes les observations de ce jour, ainsi que l'erreur moyenne d'une comparaison m et l'écart moyen ε, entre la comparaison observée et la comparaison calculée, cet écart moyen étant déduit de la somme des carrés de tous les écarts pour ce jour. J'indique également le nombre total de signaux de comparaison pour chaque jour; ce nombre est notablement plus fort pour la deuxième série d'expériences, parce qu'il a été fait un plus grand nombre de comparaisons, et que chacune est déduite de 51 signaux, tandis qu'il n'y en avait, en général, que 31 pour les comparaisons de la première série.

Première série d'expériences.

Date.	Nombre de signaux.	μ	m	ε
		s	s	s
1864 20 novembre.....	483	±0,034	±0,0053	±0,0170
23 décembre.....	482	0,042	0,0067	0,0138
1865 8 janvier.....	369	0,034	0,0061	0,0101
9 janvier.....	367	0,032	0,0059	0,0107
28 janvier.....	372	0,034	0,0061	0,0086
29 janvier.....	458	0,031	0,0057	0,0089
8 février.....	433	0,034	0,0060	0,0112
18 mars.....	370	0,029	0,0053	0,0066
29 mars.....	372	0,033	0,0059	0,0057
30 mars.....	369	0,032	0,0058	0,0125
17 avril.....	371	0,031	0,0056	0,0080
10 mai.....	186	0,030	0,0054	0,0107
	4632	±0,033	±0,0058	±0,0103

Deuxième série d'expériences.

Date.	Nombre de signaux.	μ	m	ε
1865 11 juin.....	816	$\pm$0,032	$\pm$0,0045	$\pm$0,0119
12 juin.....	816	0,031	0,0044	0,0061
26 octobre.....	816	0,036	0,0051	0,0138
30 octobre.....	816	0,031	0,0044	0,0094
13 novembre.....	816	0,035	0,0049	0,0118
17 novembre.....	816	0,031	0,0044	0,0097
20 décembre.....	810	0,035.5	0,0050	0,0110
1866 25 janvier.....	816	0,034	0,0047	0,0103
26 janvier.....	816	0,030	0,0042	0,0149
	7338	$\pm$0,032.8	$\pm$0,0046	$\pm$0,0110

Il résulte des chiffres de ce tableau, que l'erreur accidentelle d'un signal de comparaison des deux pendules est, à très-peu de chose près, la même dans les deux séries, c'est-à-dire de $\pm$ 0^s,033, et elle varie fort peu d'un jour à l'autre, à l'exception du 23 décembre 1864, où sa valeur dépasse sensiblement celle de tous les autres jours. En faisant concourir 31 ou 41 signaux, comme dans la première série d'expériences, ou 51 comme dans la seconde, l'erreur moyenne d'une comparaison est réduite à $\pm$ 0^s,0058, ou à $\pm$ 0^s,0046, en tant qu'elle provient des erreurs et des irrégularités accidentelles des signaux dont on a pris la moyenne. Mais il s'en faut de beaucoup, que la formule calculée pour chaque jour représente les comparaisons de ce jour dans les limites de l'erreur moyenne dont elles sont affectées; effectivement, la valeur de ε dépasse notablement celle de m, à l'exception du 29 mars 1865, où elles sont égales, et du 18 mars et du 12 juin 1865, où la différence est très-peu considérable. La valeur moyenne de ε est de $\pm$ 0^s,0103 pour la première série, et de $\pm$ 0^s,0110 pour la deuxième; ainsi, lors même que dans cette dernière l'intervalle de temps, qui s'est écoulé pendant les comparaisons, est trois fois plus long que pour la première, les formules représentent presque aussi exactement les comparaisons, l'écart n'étant augmenté que de 0^s,0007. Cette circonstance ne permet pas d'attribuer ces écarts à des variations dans la marche de la pendule chronographique, variations qui devraient être beaucoup plus sensibles

dans un intervalle de trois heures que dans l'espace d'une heure, et dont il a été tenu compte, du reste, en introduisant dans les formules des termes proportionnels au carré et au cube du temps. De plus, les irrégularités dans la marche d'une pendule, telles qu'elles peuvent être occasionnées par la résistance de l'interrupteur, ne se manifestent pas par des sauts brusques et irréguliers d'un instant à l'autre, mais par une accélération, ou un ralentissement alternatif de la marche dans des périodes assez longues, pour que l'introduction de termes proportionnels au carré et au cube du temps permettent d'en tenir compte. Si on examine la série des écarts pour les différents jours, on voit qu'ils ne suivent aucune loi, ou marche régulière, ni pour la grandeur, ni pour le signe; on trouve même des écarts très-différents de grandeur et de signe entre deux comparaisons consécutives, faites à quelques minutes d'intervalle.

Ces écarts doivent, par conséquent, être attribués à des causes pouvant produire des différences accidentelles et irrégulières d'une comparaison à l'autre, et dont les valeurs sont comprises entre certaines limites qui, pour un même jour, sont à peu près les mêmes dans l'intervalle de quelques minutes seulement, ou au bout de plusieurs heures. On peut indiquer deux causes donnant lieu à des erreurs de cette nature, savoir, une variation physiologique dans la manière de donner les signaux de comparaison, et des irrégularités accidentelles dans l'enregistrement chronographique. Il est facile de comprendre que, d'une comparaison à l'autre, il y ait une petite différence dans la manière dont l'observateur accompagne du mouvement du doigt sur le levier-clef les battements de la pendule normale; cette différence peut facilement s'élever à quelques millièmes de seconde, varier de grandeur d'un jour à l'autre, suivant la disposition physiologique de l'observateur, tout en restant comprise entre les mêmes limites pour toutes les comparaisons faites le même jour. La conséquence de ces petites variations physiologiques serait, que l'on obtient pour l'erreur moyenne d'une comparaison une valeur m un peu trop faible, si on la calcule par les écarts entre les

signaux dont cette comparaison est déduite, et qu'il faudrait l'augmenter un peu si l'on voulait tenir compte de ces variations; elles contribuent, en effet, à augmenter l'incertitude de chaque comparaison.

Si l'on voulait attribuer à cette cause la totalité des écarts observés, on aurait ainsi dans la première série d'expériences $\pm 0^s,0103$, pour l'erreur moyenne d'une comparaison, et $\pm 0^s,0110$ dans la seconde, et l'on n'aurait à redouter qu'une erreur presque insignifiante dans la transformation en temps de la pendule normale de l'intervalle relevé sur le chronographe entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations du pendule. Il résulte, en effet, des poids qui peuvent être attribués à la détermination des constantes, dans la résolution des équations de condition, que la transformation en temps de la pendule normale d'un intervalle chronographique serait affectée en moyenne d'une erreur de $\pm 0^s,0011$, pour l'intervalle de 6^m16^s, dans la première série d'expériences, et d'une erreur de $\pm 0^s,0019$, pour l'intervalle de 35^m30^s, dans la deuxième série d'expériences. L'on voit, par conséquent, que lors même que l'erreur moyenne d'une comparaison serait portée à un centième de seconde, par suite d'une variation physiologique dans la manière de donner les signaux, l'incertitude sur l'intervalle de temps de la pendule normale, compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations, ne s'élèverait pas au delà de un à deux millièmes de seconde.

Mais il est une autre cause qui peut donner lieu aux écarts entre la correction de la pendule chronographique calculée par la formule, pour l'instant d'une comparaison, et la correction déduite de la moyenne des signaux, ce sont les irrégularités et les imperfections de l'enregistrement chronographique. Il peut se faire d'abord, que, par suite d'une petite variation dans l'inertie des ancres des électro-aimants, ou de l'intensité des courants, l'attraction des ancres, qui produit le signal, n'ait pas lieu au moment même où le circuit est fermé, mais qu'il y ait un très-petit retard variable entre certaines limites. Ces variations, qui peuvent être sensibles lorsque les courants ont à traverser une assez grande distance,

d'une station à l'autre, le long d'une ligne télégraphique, doivent l'être beaucoup moins, lorsque le circuit est restreint dans l'enceinte d'un observatoire, où la longueur des fils est de quelques pieds seulement; aussi est-il peu probable que leur influence ait pu être appréciable. Mais la régularité de l'enregistrement chronographique peut aussi être troublée par de petites variations dans la position relative des deux plumes, qui tracent les signaux qu'il s'agit de comparer. Ces plumes ne peuvent pas être assujetties d'une manière assez invariable à l'anneau, qui les relie à l'ancre des électro-aimants pour qu'il soit possible d'empêcher un petit ébat, ou déplacement, pouvant s'élever à un ou deux dixièmes de millimètre. Les petites aspérités de la bande de papier, qui se meut sous la plume, peuvent occasionner ces déplacements, surtout au moment où l'ancre est attirée. Nous avions déjà reconnu ces petites variations dans la position relative, ou dans la parallaxe des plumes, à l'occasion des recherches que mon collègue M. Hirsch et moi avions entreprises, pour déterminer la vitesse de transmission des courants électriques entre Neuchâtel et Genève.

Dans ces recherches, les pendules des deux observatoires avaient été placées en communication avec la ligne télégraphique entre les deux stations, de façon à ce que chacune d'elles traçât simultanément sa marche sur le chronographe de Neuchâtel et sur celui de Genève; de la différence d'enregistrement sur les deux chronographes on pouvait déduire la vitesse de transmission des courants. Dans ces expériences, nous avons trouvé que la différence d'enregistrement ne restait pas toujours constante pendant un intervalle de deux minutes, et qu'il se présentait quelquefois des variations s'élevant jusqu'à un, deux ou trois centièmes de seconde, par conséquent très-supérieures à celles que l'on peut attribuer aux erreurs du relevé dans la moyenne d'un grand nombre de signaux. Nous n'avions pas hésité à attribuer ces irrégularités à des variations dans la parallaxe des plumes dans les expériences faites avec des courants induits; ces courants avaient, en effet, une intensité telle que, même dans la station éloignée, l'ancre de l'électro-

aimant était attirée avec une très-grande violence; la brusquerie et l'énergie de ces mouvements devaient faciliter un petit déplacement de l'extrémité de la plume. Lorsque les expériences avaient lieu avec des courants ordinaires de pile, pour lesquels nous pouvions constater, par suite du mauvais état d'isolation de la ligne, une diminution notable d'intensité dans le trajet de Neuchâtel à Genève, ou *vice versâ*, diminution d'intensité que nous ne pouvions pas supposer constante, nous avons attribué en partie à ces variations d'intensité les irrégularités dans l'enregistrement chronographique.

J'ai pu m'assurer par des expériences directes, que la parallaxe des plumes ne reste pas constante, lors même que l'attraction des ancres n'a pas lieu avec une énergie aussi grande, ni avec des mouvements aussi brusques, que ceux qui sont occasionnés par les courants induits. J'ai fait passer le courant, qui est alternativement ouvert et fermé par l'interrupteur de la pendule, par les deux électro-aimants du chronographe, de telle façon que les deux ancres fussent attirées simultanément, et que les deux plumes traçassent parallèlement la marche de la pendule chronographique. En comparant ainsi la position des signaux tracés par les deux plumes, l'ancre qui met chacune d'elles en mouvement étant attirée au même instant, on peut déterminer directement leur parallaxe, ou position relative, ainsi que les changements qui ont lieu dans leur parallaxe. Voici le résultat de ces expériences, faites le 1er et le 2 mai de cette année. Le chronographe était mis en mouvement pendant un intervalle de trois minutes environ, pendant lequel les deux plumes traçaient simultanément la marche de la pendule chronographique, ce qui donnait environ 90 signaux, puisque la fermeture du courant et l'attraction de l'ancre ont lieu à toutes les secondes paires; puis il était arrêté, et on le remettait de nouveau en mouvement pendant trois minutes, au bout d'un certain intervalle de temps, et ainsi de suite. Comme dans les observations de la durée des oscillations du pendule, le chronographe était alternativement arrêté et remis en mouvement, et comme dans la deuxième série d'expériences l'arrêt avait lieu entre le commencement

et la fin des oscillations, il importait de s'assurer si un petit changement de la parallaxe des plumes a lieu au moment, où le chronographe est remis en mouvement. Dans les observations qui suivent, j'ai réuni en un seul groupe tous les signaux consécutifs tracés à chaque seconde paire, pour lesquels la parallaxe des plumes n'avait pas changé d'une manière appréciable, que le chronographe ait été arrêté dans l'intervalle, ou non; j'ai déduit la parallaxe moyenne pour cet intervalle de temps en prenant la moyenne arithmétique de tous les signaux composant ce groupe, et j'ai ajouté l'erreur moyenne d'un signal et celle de la moyenne. La valeur de la parallaxe, ainsi que les erreurs, sont exprimées en fractions de millimètre, telles qu'elles sont données directement par la machine à relever; pour transformer ces fractions de millimètre en temps, il suffit de les diviser par 10,7 vu qu'une seconde sidérale correspond sur la bande chronographique à $10^{mm},70$.

Le signe positif de la parallaxe indique que la plume, qui enregistre dans les observations ordinaires la marche de la pendule chronographique et qui trace la ligne inférieure sur la bande de papier, est en avance sur l'autre; il faut, par conséquent, ajouter la parallaxe aux signaux tracés par cette dernière pour les faire coïncider avec ceux tracés par la première.

Détermination de la parallaxe des plumes.

1er mai 1866.

	Nombre de signaux.	Parallaxe moyenne.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.
		mm	mm	mm
de $5^h32^m20^s$ à $5^h34^m30^s$	96	+0,694	±0,07	±0,007
de 6 5 10 à 6 15 52	170	+0,630	0,06	0,005
de 6 45 0 à 6 46 24	43	+0,603	0,07	0,010
de 6 46 26 à 6 47 46	41	+0,718	0,05	0,008
de 6 53 10 à 6 54 16	34	+0,629	0,07	0,012
de 6 54 18 à 6 55 56	50	+0,700	0 06	0,008
de 7 26 40 à 7 27 10	16	+0,616	0,06	0,015
de 7 27 12 à 7 28 30	40	+0,701	0,05	0,008
de 7 28 32 à 7 34 30	44	+0,643	0,07	0,010
de 7 34 32 à 8 8 58	98	+0,718	0,05	0,005
de 8 9 0 à 8 10 46	54	+0,625	0,05	0,007
de 8 17 30 à 8 18 44	38	+0,729	0,05	0,009
de 8 18 46 à 8 20 16	46	+0,672	±0,06	±0,008

Détermination de la parallaxe des plumes.

2 mai 1866.

	Nombre de signaux.	Parallaxe moyenne.	Erreur moyenne d'un signal.	Erreur moyenne de la moyenne.
		mm	mm	mm
de $5^h21^m\ 0^s$ à $5^h21^m56^s$	29	+0,588	±0,05	±0,010
de 5 21 58 à 5 58 0	86	+0,662	0,05	0,005
de 5 58 2 à 5 59 8	34	+0,597	0,05	0,008
de 5 59 10 à 6 7 18	89	+0,662	0,05	0,005
de 6 40 0 à 6 41 36	49	+0,570	0,05	0,007
de 6 41 38 à 6 42 12	35	+0,660	0,04	0,006
de 7 31 0 à 7 33 46	84	+0,534	0,06	0,007
de 7 40 0 à 7 41 10	36	+0,500	0,06	0,010
de 7 41 12 à 7 42 46	48	+0,632	0,05	0,007
de 8 13 0 à 8 13 52	27	+0,518	0,05	0,009
de 8 13 54 à 8 14 32	20	+0,611	0,06	0,013
de 8 14 34 à 8 15 46	37	+0,549	0,04	0,007
de 8 22 0 à 8 23 50	56	+0,580	±0,06	±0,009

Des expériences du 1er mai il résulte que, sur huit fois où le chronographe a été remis en marche, après avoir été arrêté, il y a eu cinq cas dans lesquels ce moment a coïncidé avec un changement de parallaxe, et trois dans lesquels la parallaxe n'a pas changé, savoir de $6^h5^m10^s$ à $6^h15^m52^s$, de $7^h28^m52^s$ à $7^h54^m30^s$ et de $7^h34^m32^s$ à $8^h8^m58^s$. Dans les expériences du 2 mai, sur sept fois où le chronographe a été remis en marche, après avoir été arrêté, il y a eu cinq cas dans lesquels ce moment a coïncidé avec un changement de parallaxe, et deux dans lesquels la parallaxe n'a pas changé, savoir de $5^h21^m58^s$ à $5^h58^m0^s$ et de $5^h59^m10^s$ à $6^h7^m8^s$. Il paraît ainsi, que la petite secousse donnée à l'appareil, en remettant le chronographe en mouvement, produit le plus souvent un petit déplacement dans la position relative des deux plumes. Mais ce déplacement se produit également pendant que le chronographe est en mouvement, car sur les douze changements de parallaxe qui ont eu lieu dans les observations du 1er mai, il y en a eu sept qui se sont produits sans que le chronographe ait été arrêté, ou que l'on ait touché en aucune façon à l'appareil; ces changements ne peuvent être expliqués que par le frottement de la plume contre les aspérités du papier. On retrouve

exactement le même nombre et la même proportion dans les expériences du 2 mai.

La machine à relever est munie d'un vernier qui permet de déterminer, à un vingtième de millimètre près, la position du signal tracé par l'une des plumes; l'on voit par le chiffre de l'erreur moyenne d'un signal, pour les différents groupes, que ce degré de précision a été à peu près atteint dans la détermination de la position relative des deux signaux tracés simultanément par les deux plumes, et dans chaque groupe la valeur moyenne de la parallaxe est obtenue dans des limites d'erreur, qui sont fort au-dessous des changements de parallaxe survenus d'un groupe à l'autre. Ces changements de parallaxe d'un groupe à l'autre sont donnés ci-dessous pour les deux jours, en marquant d'un astérisque ceux qui se sont opérés pendant que le chronographe était en marche.

	1er mai.	2 mai.
	mm	mm
	—0,064	* +0,074
	—0,027	* —0,065
*	+0,115	* +0,065
	—0,089	—0,092
*	+0,071	* +0,090
	—0,084	—0,126
*	+0,085	—0,034
*	—0,058	* +0,132
*	+0,075	—0,114
*	—0,093	* +0,093
	+0,104	* —0,062
*	—0,057	+0,031
Moyennes	±0,088	±0,091

Le 1er mai, le changement moyen de parallaxe d'un groupe à l'autre a été ainsi de $\pm 0^{mm},088$, soit de $\pm 0^{s},0082$, et le 2 mai de $\pm 0^{mm},091$, soit de $\pm 0^{s},0085$.

Ces expériences permettent ainsi de constater une petite imperfection mécanique dans le procédé d'enregistrement, tel qu'il est réalisé par un chronographe construit comme celui de Genève. Les plumes qui servent à tracer, soit la marche de la pendule chronographique, soit les signaux

donnés pour l'observation d'un phénomène quelconque, ne peuvent pas être assujetties de telle façon qu'elles conservent invariablement la même position relative, soit parallaxe. La grandeur de l'ébat, ou du changement de parallaxe, dépasse quelquefois un dixième de millimètre, et sa valeur moyenne est d'environ $0^{mm},09$, soit de 8 à 9 millièmes de seconde. On doit ainsi s'attendre à trouver une incertitude de cet ordre dans l'enregistrement chronographique d'un phénomène quelconque, que ce soit la comparaison de la pendule normale avec la pendule chronographique, l'instant moyen du commencement ou de la fin d'une série d'oscillations du pendule, ou le passage d'une étoile au méridien. Cette imperfection dans l'enregistrement, qui peut donner lieu à une incertitude allant à un centième de seconde, est, comme on le comprend facilement, sans aucune importance pour les observations méridiennes d'étoiles, qui sont sujettes à des erreurs bien plus considérables; mais elle en a une très-grande dans les observations du pendule, dans lesquelles une incertitude d'un centième de seconde est une quantité très-sensible. On voit, en particulier, que l'on peut expliquer par cette cause la plus grande partie des écarts entre la correction de la pendule chronographique sur la pendule normale, calculée par la formule pour un certain instant, et celle qui résulte de la moyenne d'un certain nombre de signaux de comparaison, pour le même instant.

Une donnée qu'il importe beaucoup de connaître pour chaque jour d'observation, est l'erreur moyenne que l'on peut attribuer à la correction calculée pour un instant donné par la formule, qui permet de transformer en temps de la pendule normale un instant fourni par l'enregistrement chronographique. Cette erreur moyenne doit être plus petite que l'écart moyen ε résultant de la différence entre la correction calculée et la correction observée, puisque cet écart moyen est produit, en partie, par l'erreur moyenne m d'une comparaison et par la variation physiologique dans la manière de donner les signaux, d'une comparaison à l'autre. Comme cette dernière n'est pas connue, il est impossible de la faire entrer dans le calcul, et l'on doit calculer l'erreur moyenne E de

la correction, par laquelle la formule donne la transformation du temps chronographique en temps de la pendule normale, par $E = \pm\sqrt{\varepsilon^2 - m^2}$. Voici les valeurs de E pour les différents jours :

Première série d'expériences.				*Deuxième série d'expériences.*			
1864	20 novembre...	E = ±0,0161		1865	11 juin.....	E = ±0,0110	
	23 décembre...	0,0121			12 juin.....	0,0042	
1865	8 janvier.....	0,0080			26 octobre.....	0,0128	
	9 janvier.....	0,0089			30 octobre.....	0,0083	
	28 janvier.....	0,0061			13 novembre...	0,0107	
	29 janvier.....	0,0069			17 novembre...	0,0087	
	8 février.....	0,0095			20 décembre...	0,0098	
	18 mars.....	0,0040		1866	25 janvier.....	0,0092	
	29 mars.....	0,0009			26 janvier.....	0,0143	
	30 mars.....	0,0111					
	17 avril.....	0,0057					
	10 mai.....	0,0092					

Comme dans les observations du pendule, la réduction à la pendule normale de l'instant chronographique obtenu pour la moyenne des 100 passages du pendule par la verticale, au commencement des oscillations, est affectée d'une erreur moyenne $\pm E$, de même que celle de la moyenne des 100 passages, à la fin des oscillations, il en résultera sur la durée de l'intervalle de temps compris entre ces deux instants une incertitude probable égale à $\pm 0{,}6745\sqrt{2E^2}$. C'est d'après cette formule, et d'après la valeur de E pour chaque jour, que j'ai calculé l'incertitude sur l'intervalle compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations, pour la part de cette incertitude qui est due aux erreurs d'enregistrement, et de la transformation d'un intervalle chronographique en temps de la pendule normale.

§ 6.

Marche de la pendule normale Dent.

La marche de la pendule normale Dent sur le temps sidéral a été déduite des observations faites à la lunette méridienne par M. Bruderer;

elle a été obtenue, pour chaque jour d'observation des oscillations du pendule, par la comparaison d'un grand nombre d'étoiles (ordinairement de 15 à 20) observées deux jours consécutifs. Le 22 novembre 1864, la pendule a été démontée pour être nettoyée et pour rafraîchir les huiles, ce qui explique la variation dans la marche du 20 novembre au 23 décembre. La marche de la pendule Dent pendant vingt-quatre heures est donnée ci-dessous, pour chaque jour où les oscillations du pendule ont été observées, le signe + indiquant le retard diurne sur le temps sidéral et le signe — une avance.

			Marche diurne
1864	20	novembre	—2.306
	23	décembre	+0.830
1865	8	janvier	+1.174
	9	janvier	+1.178
	28	janvier	+0.980
	29	janvier	+1,070
	8	février	+1.346
	18	mars	+1.396
	29	mars	+1.706
	30	mars	+1,654
	17	avril	+0,244
	10	mai	0.220
	11	juin	+0.395
	12	juin	+0,630
	26	octobre	+0,718
	30	octobre	+0.742
	13	novembre	+0.710
	17	novembre	+0.744
	20	décembre	+0.660
1866	25	janvier	+0.870
	26	janvier	+0.838

C'est à l'aide de ces valeurs qu'a été calculée la correction qui a été appliquée aux intervalles exprimés en temps de la pendule Dent, pour les transformer en temps sidéral.

§ 7.

Observations des oscillations du pendule.

Le mode d'observation des passages du pendule par la verticale a déjà été expliqué; j'ajouterai seulement que, soit au commencement, soit à la fin d'une série d'oscillations, j'ai toujours eu soin de commencer l'observation des passages, lorsque le pendule traversait le champ de la lunette dans le même sens, c'est-à-dire de gauche à droite en apparence (en réalité du nord au sud). J'ai toujours observé un nombre égal de passages ayant lieu dans ce sens, et que j'avais désignés par passages impairs, et de passages pairs, dans lesquels le pendule traversait le champ de la lunette de droite à gauche en apparence. Il peut se faire que, par suite d'une petite imperfection dans le tracé du point de repère sur la monture du couteau, ou dans l'ajustement du fil vertical de la lunette du théodolithe sur ce point de repère, ce dernier ne passe pas derrière le fil de la lunette au moment précis, où le pendule se trouve dans la verticale. Il en résulterait, par conséquent, une petite accélération dans l'observation des passages impairs et un retard dans celle des passages pairs, ou *vice versâ*, ce qui donnerait une différence un peu plus grande, ou un peu moins grande, que la durée réelle d'une oscillation entre un passage pair et un passage impair consécutifs, ou bien entre un passage impair et un passage pair consécutifs; mais l'intervalle entre deux passages impairs, ou entre deux passages pairs consécutifs, sera égal au double de la durée d'une oscillation. On comprend facilement que cette cause d'erreur disparaît complétement, lorsqu'on détermine l'instant moyen du commencement et de la fin d'une série d'oscillations par la moyenne d'un nombre égal de passages impairs et de passages pairs. Pour l'éliminer dans la détermination de l'erreur accidentelle sur l'observation d'un passage, provenant des erreurs de la vue, de celles du mouvement du doigt sur le levier-clef, de celles de l'enregistrement et

du relevé, il suffit de comparer entre eux les passages impairs et les passages pairs. J'ai donc pris la moyenne arithmétique de tous les passages impairs, et celle de tous les passages pairs, au commencement et à la fin d'une série d'oscillations; l'intervalle compris entre le commencement et la fin divisé par le nombre des passages donnait la durée approchée d'une oscillation, à l'aide de laquelle chaque passage impair, ou chaque passage pair, était réduit à la moyenne. J'obtenais ainsi l'écart, ou l'erreur moyenne d'un passage impair et d'un passage pair, et, par suite, l'erreur moyenne de la moyenne des passages observés au commencement et à la fin de la série.

Ces erreurs sont données dans les tableaux suivants pour l'instant moyen du commencement et de la fin d'une série d'oscillations, tel qu'il résulte du relevé chronographique. Dans la colonne suivante se trouve la correction, qu'il faut appliquer à cet instant pour le transformer en temps de la pendule normale Dent; cette correction a été calculée d'après les formules du § 5. Les deux dernières colonnes donnent, soit pour le commencement, soit pour la fin de la série d'oscillations, la température accusée par un thermomètre suspendu au centre de l'appareil et dont la boule se trouvait au milieu de la tige du pendule, enfin l'amplitude, ou plutôt la demi-amplitude, soit l'arc compris entre la verticale et l'excursion extrême du pendule. Le mode de suspension du pendule dans chaque expérience est indiqué dans la première colonne, suivant la désignation qui a été expliquée plus haut, et le mode d'ajustement des couteaux est ajouté à la date.

Première série d'expériences : courts intervalles.

Mode de suspension.	Nombre des passages observés au commencement et à la fin.	Passage moyen, pendule chronographique.	Erreur moyenne d'un passage	Erreur moyenne de la moyenne	Réduction à la pendule Dent.	Température.	Amplitude.
			s	s	s	°	°
20 novembre 1864. Ajustement A des couteaux. Baromètre 724 mm.							
R. O. haut	66 commencem^t	18h34m15s,3928	±0,028	±0,0035	+0,3704	+7,4	1 15
	86 fin	40 38 ,1910	,024	,0026	+ ,2827	+7,4	1 15
R. E. haut	58 commencem^t	18 48 1 ,8805	,031	,0041	+ ,1833	+7,4	1 15
	70 fin	53 24 ,4253	,030	,0036	+ ,1124	+7,4	1 15
R. E. bas	90 commencem^t	19 1 25 ,6095	,022	,0023	+ ,0091	+7,4	1 15
	62 fin	7 51 ,5232	,028	,0036	— ,0717	+7,4	1 15
R. O. bas	66 commencem^t	19 14 51 ,9208	,019	,0023	— ,1576	+7,4	1 15
	66 fin	21 10 ,2687	,027	,0034	— ,2332	+7,4	1 15
23 Décembre 1864. Ajustement A des couteaux. Baromètre 725mm.							
R. O. haut	100 commencem^t	18 44 47 ,7918	,040	,0040	+ ,4034	+2,0	1 45
	100 fin	50 44 ,8833	,029	,0029	+ ,4088	+1,8	1 40
R. E. haut	100 commencem^t	19 3 16 ,9505	,039	,0039	+ ,4199	+1,8	1 20
	100 fin	9 17 ,0533	,033	,0033	+ ,4251	+1,7	1 15
R. E. bas	100 commencem^t	19 29 51 ,0079	,037	,0037	+ ,4424	+1,8	1 0
	100 fin	35 42 ,1423	,026	,0026	+ ,4471	+1,7	0 55
R. O. bas	100 commencem^t	19 44 13 ,4962	,031	,0031	+ ,4538	+1,8	1 10
	100 fin	50 13 ,6176	,040	,0040	+ ,4584	+1,8	1 10
8 Janvier 1865. Ajustement B des couteaux. Baromètre 732mm.							
R. O. haut	100 commencem^t	18 39 27 ,3462	,036	,0036	+ ,3245	+3,7	1 20
	100 fin	45 40 ,9342	,041	,0041	+ ,3496	+3,7	1 10
R. E. haut	100 commencem^t	18 54 45 ,7197	,021	,0021	+ ,3880	+3,7	1 20
	100 fin	19 0 53 ,3439	,028	,0028	+ ,4151	+3,8	1 15
R. E. bas	100 commencem^t	19 9 16 ,7953	,031	,0031	+ ,4540	+3,8	1 10
	100 fin	15 22 ,9782	,030	,0030	+ ,4835	+3,9	1 0
R. O. bas	100 commencem^t	19 31 29 ,3442	,025	,0025	+ ,5662	+4,0	1 15
	100 fin	37 38 ,5115	,023	,0023	+ ,5996	+4,0	1 5
9 Janvier 1865. Ajustement B des couteaux. Baromètre 729mm.							
R. E. bas	100 commencem^t	18 47 27 ,0630	,024	,0024	+ ,6897	+4,4	1 10
	100 fin	53 43 ,7807	,026	,0026	+ ,7304	+4,5	1 0
R. O. bas	100 commencem^t	19 1 49 ,3099	,026	,0026	+ ,7864	+4,5	1 10
	100 fin	8 1 ,4646	,028	,0028	+ ,8322	+4,7	1 0
R. O. haut	100 commencem^t	19 15 47 ,5597	,047	,0047	+ ,8928	+4,7	1 30
	100 fin	22 4 ,1917	,030	,0030	+0,9449	+5,1	1 20
R. E. haut	100 commencem^t	19 31 17 ,4413	,025	,0025	+1,0251	+5,1	1 30
	100 fin	37 34 ,0775	,034	,0034	+1,0830	+5,2	1 20

Première serie d'experiences : courts intervalles.

Mode de suspension.	Nombre des passages observés au commencement et à la fin.	Passage moyen pendule chronographique.	Erreur moyenne d'un passage	Erreur moyenne de la moyenne	Réduction à la pendule Dent.	Température.	Amplitude.
			s	s			
28 Janvier 1865. Ajustement B des couteaux. Baromètre 719mm.							
R. O. haut	100 commencemt	22h26m52s,0761	±0,039	±0,0039	+1,0607	7,5	1 25
	100 fin	33 8 ,7355	,032	,0032	+1,0846	7,3	1 20
R. O. bas	100 commencemt	22 40 47 ,5341	,025	,0025	1,1090	7,3	1 15
	100 fin	47 4 ,2914	,028	,0028	+1,1252	7,3	1 30
R. E. bas	100 commencemt	22 56 9 ,4945	,022	,0022	+1,1422	7,3	1 15
	100 fin	23 2 26 ,2589	,030	,0030	+1,1496	7,4	1 30
29 Janvier 1865. Ajustement C des couteaux. Baromètre 725mm.							
R. E. bas	100 commencemt	19 46 56 ,1815	,025	,0025	+0,0960	5,3	1 30
	100 fin	53 12 ,9167	,040	,0040	+0,1092	5,3	1 15
R. O. bas	100 commencemt	20 0 17 ,4941	,033	,0033	+0,1246	5,3	1 25
	100 fin	6 34 ,2264	,039	,0039	0,1388	5,3	1 10
R. O. haut	100 commencemt	20 13 56 ,4062	,027	,0027	+0,1560	5,3	1 30
	100 fin	21 17 ,8523	,029	,0029	+0,1739	5,4	1 20
R. O. haut	100 commencemt	20 29 45 ,6017	,027	,0027	0,1951	5,4	1 35
	100 fin	36 2 ,2790	,027	,0027	+0,2115	+5,5	1 30
R. E. haut	100 commencemt	20 44 23 ,2153	,030	,0030	-0,2339	5,5	1 35
	100 fin	50 39 ,8772	,031	,0031	0,2514	-5,5	1 30
8 Février 1865. Ajustement C des couteaux. Baromètre 726mm.							
R. O. haut	100 commencemt	22 38 34 ,9091	,023	,0023	—0,2313	+5,5	1 20
	28 fin	44 24 ,4425	,029	,0056	—0,2144	+5,6	1 12
R. E. haut	100 commencemt	22 58 49 ,5996	,027	,0027	—0,1713	+5,6	1 35
	28 fin	23 4 36 ,1586	,033	,0062	—0,1534	5,5	1 30
R. E. bas	100 commencemt	23 56 35 ,7421	,029	,0029	—0,0677	+5,3	1 30
	100 fin	0 2 52 ,5024	,028	,0028	—0,0444	5,2	1 15
R. O. bas	100 commencemt	0 11 17 ,5068	,024	,0024	—0,0129	+5,2	1 30
	100 fin	17 34 ,2320	,023	,0023	0,0112	5,2	1 15
18 Mars 1865. Ajustement C des couteaux. Baromètre 725mm.							
R. E. haut	100 commencemt	0 57 51 ,2286	,029	,0029	+0,1535	+6,7	1 15
	100 fin	1 4 7 ,9042	,034	,0034	+0,1435	+6,8	1 30
R. O. haut	100 commencemt	1 14 48 ,6290	,028	,0028	+0,1293	+6,8	1 40
	100 fin	21 5 ,3326	,028	,0028	+0,1226	+6,7	1 30
R. O. bas	100 commencemt	1 29 56 ,8514	,024	,0024	+0,1153	+6,7	1 30
	100 fin	36 13 ,5922	,033	,0033	+0,1116	+6,8	1 15
R. E. bas	100 commencemt	1 45 25 ,5910	,018	,0018	+0,1085	+6,8	1 35
	100 fin	51 42 ,3425	,027	,0027	+0,1078	+6,7	1 20

Première série d'expériences: courts intervalles.

Mode de suspension	Nombre des passages observés au commencement et à la fin.	Passage moyen pendule chronographique.	Erreur moyenne d'un passage	Erreur moyenne de la moyenne	Réduction à la pendule Dent.	Température.	Amplitude.
			s	s	s	°	°
29 Mars 1865. Ajustement D des couteaux. Baromètre 725mm.							
R. E. haut	100 commencemt	0h 1m 2s,7669	±0,032	±0,0032	−0,3346	+1,8	1 45
	100 fin	7 19 ,4317	,038	,0038	+0,3224	+1,6	1 35
R. O. haut	100 commencemt	0 16 20 ,4263	,026	,0026	+0,3028	+1,6	1 45
	100 fin	22 37 ,0892	,021	,0021	+0,2878	+1,8	1 35
R. O. bas	100 commencemt	0 31 3 ,3441	,025	,0025	+0,2659	+1,8	1 40
	100 fin	37 20 ,1106	,033	,0033	+0,2483	+1,9	1 20
R. O. bas	100 commencemt	0 47 48 ,7794	,029	,0029	+0,2163	+1,9	1 50
	100 fin	54 5 ,5414	,030	,0030	+0,1957	+2,0	1 40
30 Mars 1865. Ajustement D des couteaux. Baromètre 726mm.							
R. E. bas	100 commencemt	1 45 27 ,4620	,029	,0029	−0,2992	+2,9	1 30
	100 fin	51 44 ,2292	,026	,0026	−0,3219	+2,8	1 15
R. O. bas	100 commencemt	1 59 55 ,4932	,022	,0022	−0,3468	+2,8	1 30
	100 fin	2 6 12 ,2666	,025	,0025	−0,3623	+2,8	1 15
R. O. haut	100 commencemt	2 13 52 ,8997	,029	,0029	−0,3771	+2,8	1 35
	100 fin	20 9 ,5900	,029	,0029	−0,3858	+2,7	1 25
R. E. haut	100 commencemt	2 27 50 ,9570	,029	,0029	−0,3923	+2,7	1 30
	100 fin	34 7 ,6086	,023	,0023	−0,3941	+2,6	1 15
17 Avril 1865. Ajustement D des couteaux. Baromètre 727mm.							
R. E. haut	100 commencemt	3 54 50 ,6196	,019	,0019	+0,7554	+16,3	1 30
	100 fin	4 1 7 ,3906	,025	,0025	+0,7034	+16,4	1 20
R. O. haut	100 commencemt	4 8 21 ,6393	,019	,0019	+0,6444	+16,4	1 30
	100 fin	14 38 ,4380	,026	,0026	+0,5941	+16,4	1 20
R. O. bas	100 commencemt	4 22 27 ,1011	,020	,0020	+0,5324	+16,4	1 45
	100 fin	28 43 ,9467	,025	,0025	+0,4837	+16,4	1 25
R. E. bas	100 commencemt	5 1 18 ,6783	,020	,0020	+0,3109	+16,4	1 45
	100 fin	7 35 ,4887	,020	,0020	+0,2667	+16,4	1 30
10 Mai 1865. Ajustement D des couteaux. Baromètre 718mm.							
R. E. bas	100 commencemt	2 31 44 ,0668	,025	,0025	−0,3243	+18,9	1 20
	100 fin	38 0 ,8671	,027	,0027	−0,3249	+18,9	1 5
R. E. haut	100 commencemt	3 10 20 ,9809	,034	,0034	−0,3711	+19,0	1 20
	100 fin	16 37 ,7142	,030	,0030	−0,3885	+19,1	1 10

Deuxième série d'expériences: longs intervalles.

Mode de suspension	Nombre des passages observés au commencement et à la fin.	Passage moyen pendule chronographique.	Erreur moyenne d'un passage	Erreur moyenne de la moyenne	Réduction à la pendule Dent.	Température.	Amplitude.
11 Juin 1865. Ajustement D des couteaux. Baromètre 727mm.							
R. O. haut	100 commencemt	3h 44m 50s,0253	±0,023	±0,0023	—0,6418	+21,8	1 33,5
	100 fin	4 20 20 ,9899	,023	,0023	—0,7923	+22,2	1 3,0
R. E. haut	100 commencemt	4 32 21 ,4724	,019	,0019	—0,8443	+22,3	1 37,5
	100 fin	5 7 52 ,4229	,019	,0019	—0,9955	+22,4	1 2,5
R. E. bas	100 commencemt	5 21 39 ,1563	,021	,0021	—1,0513	+22,5	1 25,5
	100 fin	5 57 10 ,5106	,023	,0023	—1,1819	+22,6	0 38,0
R. O. bas	100 commencemt	6 11 37 ,4955	,020	,0020	—1,2275	+22,6	1 35,0
	100 fin	6 47 8 ,7945	,018	,0018	—1,3149	+22,6	0 45,5
12 Juin 1865. Ajustement D des couteaux. Baromètre 730mm.							
R. O. haut	100 commencemt	6 35 51 ,8450	,025	,0025	—0,8028	+19,6	1 37,0
	100 fin	7 11 22 ,7398	,021	,0021	—0,9345	+19,8	1 2,5
R. E. haut	100 commencemt	7 22 21 ,5280	,022	,0022	—0,9679	+19,9	1 36,5
	100 fin	7 57 52 ,3916	,022	,0022	—1,0763	+19,9	1 3,0
R. E. bas	100 commencemt	8 9 50 ,8108	,026	,0026	—1,1100	+19,9	1 44,0
	100 fin	8 45 22 ,0710	,042	,0042	—1,2033	+19,8	0 48,5
R. O. bas	100 commencemt	8 56 19 ,8275	,027	,0027	—1,2316	+19,8	1 31,5
	100 fin	9 32 21 ,0988	,028	,0028	—1,3151	+19,8	0 42,5
26 Octobre 1865. Ajustement C des couteaux. Baromètre 727mm.							
R. O. haut	100 commencemt	14 47 18 ,7120	,028	,0028	—0,1773	+13,9	1 43,0
	100 fin	15 22 49 ,2931	,027	,0027	—0,2955	+14,2	1 8,5
R. E. haut	100 commencemt	15 47 49 ,2106	,019	,0019	—0,3134	+14,4	1 37,5
	100 fin	16 23 19 ,7534	,021	,0021	+0,4008	+14,5	1 2,5
R. E. bas	100 commencemt	16 34 44 ,9700	,022	,0022	—0,4305	+14,5	1 41,0
	100 fin	17 10 15 ,9742	,018	,0018	+0,5281	+14,4	0 48,0
R. O. bas	100 commencemt	17 22 47 ,0040	,023	,0023	+0,5647	+14,4	1 41,5
	100 fin	17 58 17 ,9504	,028	,0028	—0,6756	+14,2	0 47,0
30 Octobre 1865. Ajustement C des couteaux. Baromètre 720mm.							
R. O. haut	100 commencemt	13 51 50 ,2404	,021	,0021	—0,7555	+12,6	1 46,0
	100 fin	14 27 20 ,9026	,024	,0024	—0,7822	+13,2	1 6,5
R. E. haut	100 commencemt	14 37 50 ,8745	,021	,0021	—0,8021	+13,3	1 35,5
	100 fin	15 13 21 ,5975	,020	,0020	—0,8965	+13,8	1 0,5
R. E. bas	100 commencemt	15 24 47 ,5855	,022	,0022	—0,9326	+14,0	1 43,5
	100 fin	16 0 18 ,7383	,018	,0018	—1,0491	+13,3	0 44,5
R. O. bas	100 commencemt	16 12 47 ,1186	,026	,0026	—1,0879	+13,1	1 43,0
	100 fin	16 48 18 ,2221	,026	,0026	—1,1779	+12,9	0 47,5

Deuxième série d'expériences : longs intervalles.

Mode de suspension	Nombre des passages observés au commencement et à la fin.	Passage moyen pendule chronographique.	Erreur moyenne d'un passage	Erreur moyenne de la moyenne	Réduction à la pendule Dent.	Température.	Amplitude.
	13 Novembre 1865. Ajustement B des couteaux. Baromètre 735mm.						
R. E. haut	100 commencem^{t}	14h30m53s,2121	±0,032	±0,0032	—0,2924	+6,9	1 52,0
	100 fin	15 6 23 ,7061	,020	,0020	—0,2789	+7,0	1 12,0
R. O. haut	100 commencem^{t}	15 17 51 ,2432	,024	,0024	—0,2625	+7,1	1 13,0
	100 fin	15 53 21 ,6750	,024	,0024	—0,1852	+7,4	0 47,5
R. O. bas	100 commencem^{t}	16 4 46 ,9039	,028	,0028	—0,1542	+7,6	1 37,0
	100 fin	16 40 17 ,6887	,023	,0023	—0,0489	+7,6	0 43,0
R. E. bas	100 commencem^{t}	16 52 44 ,4472	,033	,0033	—0,0115	+7,6	1 39,0
	100 fin	17 28 15 ,2366	,024	,0024	+0,0857	+7,6	0 45,0
	17 Novembre 1865. Ajustement B des couteaux. Baromètre 733mm.						
R. E. haut	100 commencem^{t}	14 47 45 ,6629	,024	,0024	+0,2026	+5,9	1 17,0
	100 fin	15 23 16 ,2148	,026	,0026	+0,1241	+6,0	0 52,0
R. O. haut	100 commencem^{t}	15 36 49 ,4735	,027	,0027	+0,1233	+6,0	1 58,5
	100 fin	16 12 20 ,0992	,021	,0021	+0,0182	+6,0	1 16,5
R. O. bas	100 commencem^{t}	16 23 45 ,2365	,023	,0023	—0,0139	+6,0	1 42,5
	100 fin	16 59 16 ,1665	,019	,0019	—0,0944	+6,0	0 45,0
R. E. bas	100 commencem^{t}	17 10 45 ,1192	,024	,0024	—0,1108	+6,0	1 35,0
	100 fin	17 46 15 ,9769	,021	,0021	—0,1178	+6,0	0 43,0
	20 Décembre 1865. Ajustement A des couteaux. Baromètre 736mm						
R. E. haut	100 commencem^{t}	17 13 16 ,6218	,025	,0025	—0,3211	+2,2	1 47,5
	100 fin	17 48 46 ,9510	,029	,0029	—0,2377	+2,4	1 7,0
R. O. haut	100 commencem^{t}	18 1 17 ,3580	,025	,0025	—0,2117	+2,6	1 14,5
	100 fin	18 36 47 ,6515	,024	,0024	—0,1475	+2,6	0 48,5
R. O. bas	100 commencem^{t}	18 51 16 ,1920	,029	,0029	—0,1404	+2,6	1 40 5
	100 fin	19 26 46 ,9404	,025	,0025	—0,0964	+2,5	0 42,5
R. E. bas	100 commencem^{t}	19 38 48 ,0169	,021	,0021	—0,0848	+2,5	1 45,5
	100 fin	20 14 18 ,7607	,025	,0025	—0,0601	+2,5	0 45,5
	25 Janvier 1866. Ajustement A des couteaux. Baromètre 740mm.						
R. O. haut	100 commencem^{t}	21 23 51 ,6643	,019	,0019	+0,0003	+7,2	2 1,0
	100 fin	21 59 22 ,3698	,024	,0024	—0,1587	+7,3	1 17,0
R. E. haut	100 commencem^{t}	22 12 49 ,0042	,023	,0023	—0,2089	+7,3	1 13,0
	100 fin	22 48 19 ,5822	,023	,0023	—0,3196	+7,1	0 48,5
R. E. bas	100 commencem^{t}	22 59 48 ,1602	,023	,0023	—0,3495	+7,1	1 48,0
	100 fin	23 35 19 ,1084	,021	,0021	—0,4271	+6,8	0 50,0
R. O. bas	100 commencem^{t}	23 47 45 ,7033	,020	,0020	—0,4500	+6,8	1 44,5
	100 fin	0 23 16 ,6537	,022	,0022	—0,5070	+6,6	0 48,0

Deuxième série d'expériences : longs intervalles.

Mode de suspension.	Nombre des passages observés au commencement et à la fin.	Passage moyen pendule chronographique.	Erreur moyenne d'un passage	Erreur moyenne de la moyenne	Réduction à la pendule Bent.	Température	Amplitude.
26 janvier 1866. Ajustement A des couteaux. Baromètre 740 mm.							
R. E. haut	100 commencem^t	19h 7m 18s,3056	±0,028	±0,0028	—0,7495	+6,6	1 16,5
	100 fin	19 43 18 ,9386	,022	,0022	—0,9031	6,8	1 7,5
R. O. haut	100 commencem^t	19 54 53 ,3633	,019	,0019	—0,9474	6,9	1 8,0
	100 fin	20 30 23 ,9669	,020	,0020	—1,0692	+7,3	0 45,5
R. O. bas	100 commencem^t	20 42 52 ,4196	,017	,0017	—1,1067	—7,3	1 39,0
	100 fin	21 18 23 ,4380	,021	,0021	—1,1982	7,6	0 47,5
R. E. bas	100 commencem^t	21 29 52 ,4663	,020	,0020	—1,2229	+7,6	1 48,5
	100 fin	22 5 23 ,4549	,026	,0026	—1,2830	+7,5	0 50,0

Si on relève pour chaque jour d'observation l'erreur moyenne dans l'observation d'un passage, on trouve :

Première série d'expériences.

		Nombre de signaux.	
1864	20 novembre..	564	±0,026
	23 décembre..	800	0,035
1865	8 janvier....	800	0,030
	9 janvier....	800	0,030
	28 janvier....	600	0,029
	29 janvier....	1000	0,031
	8 février....	656	0,027
	18 mars.....	800	0,028
	29 mars.....	800	0,029
	30 mars.....	800	0,027
	17 avril.....	800	0,022
	10 mai.....	400	0,029
		8820	±0,028.5

Deuxième série d'expériences.

		Nombre de signaux.	
1865	11 juin.....	800	±0,021
	12 juin.....	800	0,027
	26 octobre....	800	0,023
	30 octobre....	800	0,022
	13 novembre..	800	0,026
	17 novembre..	800	0,023
	20 décembre..	800	0,026
1866	25 janvier....	800	0,022
	26 janvier....	800	0,022
		7200	±0,023.5

Ainsi, dans la première série d'expériences, d'après l'observation de 8820 passages du pendule par la verticale, l'erreur moyenne sur un

passage est de $\pm 0^s,0285$, et l'erreur probable de $\pm 0^s,0192$; dans la seconde série, l'erreur est un peu moindre, sur 7200 passages observés, on trouve pour erreur moyenne $\pm 0^s,0235$ et pour erreur probable $\pm 0^s,016$.

§ 8.

Réduction des observations des oscillations.

Si l'on ajoute à l'instant chronographique du commencement et de la fin d'une série d'oscillations la réduction à la pendule normale Dent, donnée dans les tableaux précédents, on obtient par la soustraction l'intervalle en temps de la pendule normale employé pour un certain nombre d'oscillations. Cet intervalle doit être réduit en temps sidéral à l'aide de la marche de la pendule normale, donnée, pour chaque jour, dans le § 6. L'incertitude probable, qui doit être attribuée à cet intervalle de temps, peut être calculée en tenant compte des différentes causes qui peuvent la produire, savoir : erreur sur la marche de la pendule normale, erreur sur la réduction d'un instant chronographique à la pendule normale, enfin erreurs accidentelles dans l'observation du passage du pendule par la verticale, au commencement et à la fin de la série.

Je n'ai pas tenu compte des erreurs sur la marche de la pendule normale, parce que leur influence n'aurait pas été appréciable, même dans la seconde série d'expériences, pour un intervalle de 35 $^1/_2$ minutes. Pour aucun des jours d'observation, l'erreur sur la marche de la pendule normale dans vingt-quatre heures ne peut être évaluée au delà de quelques centièmes de seconde; il n'en résulterait par conséquent sur un intervalle de 35 $^1/_2$ minutes, comme dans la seconde série d'expériences, qu'une erreur s'élevant, au plus, à un ou deux millièmes de seconde. J'ai donné au § 5 l'erreur moyenne E que l'on peut attribuer, pour chaque jour, à la réduction d'un instant chronographique en temps de la pendule normale; si l'on désigne par $\pm m$ l'erreur moyenne de la

moyenne des passages observés au commencement, et par $\pm m'$ celle de la moyenne des passages observés à la fin d'une série d'oscillations, on obtiendra pour l'incertitude probable d'un intervalle de temps

$$\pm 0{,}6745\sqrt{2E^2 + m^2 + m'^2}$$

C'est la formule dont je me suis servi pour calculer l'incertitude sur un intervalle de temps, employé pour un certain nombre d'oscillations, en tant qu'elle provient des erreurs fortuites d'observation et des imperfections de l'enregistrement chronographique.

La durée d'une oscillation directement déterminée par l'observation doit subir deux corrections ou réductions : l'une, dépendant de la température, à laquelle la durée a été observée, l'autre, de l'amplitude de l'oscillation. Comme c'est à la température de 16° ¼ que la distance entre les couteaux a la longueur exprimée par le nombre de lignes trouvé dans le chapitre précédent, c'est aussi à cette température qu'il faut réduire la durée d'une oscillation, au moyen du coefficient de dilatation du pendule. Ainsi que je l'ai expliqué, j'ai pris provisoirement, pour effectuer cette réduction, et en attendant une détermination directe, le coefficient trouvé par Lavoisier et Laplace, savoir 0,00001878. Avec l'adoption de ce coefficient, la réduction de la durée t d'une oscillation observée à une température T, à la température $+16°\,{}^1/_4$, se calcule par la formule $-t\,(0{,}0000939)\,(T - 16°\,{}^1/_4)$.

La réduction à l'arc infiniment petit, en supposant le pendule oscillant dans le vide, de la durée t d'une oscillation observée à une amplitude α, est donnée par la formule connue : $-t\left(\frac{\alpha^2}{32}\right)$. Dans la première série d'expériences, pour laquelle l'intervalle entre le commencement et la fin des oscillations était d'un petit nombre de minutes, et pour laquelle il n'y avait qu'une petite différence dans l'amplitude, à ces deux instants, j'ai calculé la correction avec la valeur de α au commencement, et avec celle à la fin des oscillations, et j'ai pris la moyenne des deux résultats pour la correction à appliquer. Dans la seconde série d'expériences, où le pendule oscillait pendant un intervalle beaucoup plus long, le dé-

croissement de l'amplitude était très-considérable, et comme il n'est pas proportionnel au temps, l'on n'aurait pas obtenu la correction avec une précision suffisante, si on s'était borné à prendre la demi-somme des résultats calculés avec l'amplitude observée au commencement et à la fin des oscillations.

J'ai observé, par conséquent, l'amplitude à des intervalles de temps égaux, de six minutes chacun, pendant toute la durée des oscillations; la première observation était faite deux à trois minutes avant le commencement des observations du passage du pendule par la verticale, et la dernière, deux à trois minutes après la fin des passages. Il était facile de déduire par interpolation, de ces observations, l'amplitude pour l'instant du commencement des oscillations, pour celui de la fin et pour un certain nombre d'instants équidistants dans l'intervalle (j'en ai pris cinq). La correction pour l'amplitude était calculée pour chacun de ces sept instants, et l'on en a déduit, par suite, la correction moyenne pour toute la durée des oscillations, ainsi que l'amplitude moyenne.

Je donne plus bas, pour chaque jour, ces observations de l'amplitude faites à des intervalles de six minutes, en indiquant séparément les résultats obtenus lorsque le disque plein était en haut, le pendule reposant ainsi sur le couteau le plus rapproché du centre de gravité, et ceux qui ont été obtenus dans la position inverse, le disque plein étant en bas; dans le dernier cas, le décroissement de l'amplitude est près de deux fois plus lent que dans le premier. Cette circonstance m'a permis de faire varier l'amplitude initiale, et, par suite, l'amplitude moyenne, dans des limites beaucoup plus étendues lorsque le disque plein était en bas, que lorsqu'il était en haut. Il n'était pas sans intérêt de faire varier l'amplitude, du moins dans l'un des modes de suspension du pendule, entre des limites un peu étendues, et de comparer dans ces différentes alternatives la durée de l'oscillation, après avoir appliqué la réduction à l'arc infiniment petit pour un pendule oscillant dans le vide. Il résulte, en effet, des recherches de M. Cellérier sur la théorie du pendule à réversion, que si on désigne par T et par T' les durées d'une

oscillation dans les deux modes de suspension, celles-ci étant déjà réduites à l'arc infiniment petit, on a les formules :

$$T=\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}\left(1+\frac{\gamma}{h}\right)};\quad T'=\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}\left(1+\frac{\gamma}{h'}\right)}$$

h est la distance du centre de gravité au couteau le plus rapproché, et T la durée de l'oscillation lorsque le pendule est suspendu par ce couteau; h' est la distance du centre de gravité au couteau le plus éloigné, et T′ la durée de l'oscillation lorsque le pendule est suspendu par ce couteau; λ est la distance qui sépare les deux couteaux, soit $h+h'$; enfin γ est la somme de différents termes $\beta-\beta'$, dont l'un β' est dû à une imperfection de l'appareil, et à ce que les couteaux ne sont pas exactement des centres d'oscillation réciproques, et les autres désignés collectivement par β sont dus à l'action des différentes forces troublantes, comme la poussée, ou la diminution du poids du pendule dans l'air, l'action des remous, ou de l'agitation de l'air produite par le mouvement du pendule, l'influence du frottement des couteaux sur le plan de suspension, etc. Quelques-uns de ces termes dépendent de la vitesse du mouvement, et, par suite, de l'amplitude de l'oscillation, mais suivant une loi inconnue, d'où résulte que, pour que γ soit exactement le même dans la valeur de T et dans celle de T′, il importe que l'amplitude soit la même dans les deux modes de suspension. Dans ce cas, on peut obtenir directement γ par la comparaison des durées observées T et T′, puisque l'on a :

$$\gamma=\frac{T-T'}{T}\cdot\frac{2hh'}{h'-h}.$$

Lorsque le pendule oscille pendant un intervalle de temps un peu long, il est impossible, vu la très-grande différence dans le décroissement de l'amplitude, dans les deux modes de suspension, de faire en sorte que l'amplitude soit la même dans les deux cas. Le décroissement beaucoup plus lent de l'amplitude, lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, permettait de faire varier l'amplitude initiale dans des limites très-étendues dans les deux expé-

riences faites le même jour, suivant ce mode de suspension ; on a ainsi un moyen de comparer entre elles deux valeurs de T′, dans lesquelles l'amplitude est très-différente, et d'apprécier, par suite, l'influence de l'amplitude sur la valeur de T′. Afin de faciliter la comparaison du décroissement de l'amplitude dans les différentes observations du tableau suivant, j'ai placé sur des lignes à différentes hauteurs le chiffre se rapportant à l'amplitude initiale, suivant que celle-ci était plus ou moins considérable.

Observations de l'amplitude des oscillations faites de six minutes en six minutes.

1865														1866			
11 juin		12 juin		26 octobre		30 octobre		13 novemb.		17 novemb.		20 décemb.		25 janvier		26 janvier	
RO	RE	RO	RE	RO	RE	RO	RE	RO	RE	RO	RE	RO	RE	RO	RE	RO	RE
1° Disque plein en haut.																	
			1°50′	1°50′	1°47′	1°48′	1°50′			1°48′			1°52′	1°50′	1°54′		1°55′
1°40′		1°37′	1 35	1 36	1 30	1 35	1 34	1°43′	1°44′	1 33	1°40′	1°45′	1 36	1 35	1 38	1°45′	1 39
1 27	1°30′	1 22	1 22	1 24	1 22	1 24	1 21	1 28	1 31	1 21	1 27	1 30	1 23	1 24	1 26	1 31	1 27
1 15	1 17	1 12	1 12	1 15	1 12	1 13	1 10	1 17	1 18	1 11	1 16	1 18	1 11	1 15	1 15	1 20	1 16
1 5	1 7	1 4	1 3	1 6	1 5	1 5	1 2	1 7	1 8	1 2	1 6	1 7	1 2	1 5	1 6	1 10	1 6
1 0	1 0	0 55	0 58	0 57	0 58	0 55	0 55	0 59	1 1	0 54	0 58	0 58	0 54	0 57	0 59	1 2	0 59
0 52	0 53	0 50	0 52	0 50	0 51	0 50	0 48	0 52	0 54	0 48	0 52	0 51	0 48	0 51	0 53	0 55	0 53
0 47	0 46	0 45	0 45	0 45	0 45	0 45	0 41	0 46	0 48	0 42	0 46	0 45	0 43	0 45	0 47	0 50	0 47
0 40	0 40	0 40						0 40	0 43		0 40	0 39				0 45	
	0 35																
2° Disque plein en bas.																	
									1°55′	2° 2′			2° 0′	2° 4′			
				1°45′		1°49′			1 48	1 53			1 50	1 55			1°50′
1°35′	1°40′	1°40′	1°40′	1 37	1°40′	1 42	1°38′		1 40	1 45			1 41	1 47			1 41
1 30	1 32	1 33	1 32	1 31	1 34	1 35	1 32		1 33	1 37			1 33	1 39			1 33
1 25	1 25	1 27	1 25	1 25	1 28	1 29	1 25		1 26	1 31			1 26	1 31			1 26
1 20	1 20	1 21	1 20	1 19	1 21	1 22	1 19		1 20	1 25	1°19′		1 20	1 25			1 20
1 13	1 15	1 16	1 13	1 13	1 15	1 15	1 13	1°15′	1 15	1 19	1 14	1°16′	1 15	1 19	1°15′		1 15
1 10	1 8	1 11	1 8	1 10	1 11	1 9	1 8	1 10	1 9	1 14	1 9	1 11	1 9	1 14	1 10	1°10′	1 10
1 5	1 5	1 5	1 5	1 5	1 5	1 4	1 3	1 5			1 5	1 6	1 4		1 6	1 5	1 5
1 0	1 0	1 0	1 0		1 0		0 58	1 1			1 1	1 2			1 1	1 1	
								0 57			0 58	0 58			0 57	0 57	
								0 53			0 54	0 54			0 53	0 53	
								0 49			0 50	0 50			0 50	0 50	
								0 46				0 46			0 47	0 47	
																0 44	

Pour déduire de ces observations la loi du décroissement de l'amplitude dans les deux modes de suspension du pendule, il est plus commode de les mettre sous une autre forme, parce que l'amplitude initiale n'est pas la même dans les différents cas, tandis que l'intervalle de temps qui sépare deux observations consécutives est toujours le même, savoir de six minutes.

La relation qui existe entre l'amplitude α, observée à un certain instant, et l'intervalle t qui sépare cet instant de l'instant moyen de la série, l'unité de t étant de six minutes, peut être mise sous la forme

$$\alpha = A + B.t + C.t^2 + \text{etc.}$$

A, B, C étant des constantes que l'on calculera, pour chacune des séries d'observations, par la méthode des moindres carrés, d'après les huit valeurs de l'amplitude observées de six minutes en six minutes. Réciproquement, A, B, C ayant été déterminées, cette équation servira à trouver la valeur de t correspondant à une valeur donnée de α, 1°50′, par exemple, puis à une seconde valeur de α, 1°45′, dont la différence fera connaître l'intervalle de temps qui a été employé, pour que l'amplitude décroisse de 1°50′ à 1°45′, et ainsi de suite. J'ai calculé de cette façon, pour chacune des dix-huit séries d'observations, le disque plein étant en haut, et le disque plein étant en bas, l'intervalle de temps qui était employé pour un décroissement de cinq minutes dans l'amplitude, entre les limites dans lesquelles l'amplitude avait été observée dans chaque série. Ces dix-huit séries donnent des résultats très-concordants pour l'intervalle de temps exigé pour un décroissement de 5′ entre les mêmes limites; les très-faibles écarts d'une série à l'autre peuvent être facilement expliqués par les erreurs d'observation et par les circonstances différentes, comme densité de l'air, etc. En prenant ensuite la moyenne des résultats fournis par les dix-huit séries, dans les deux modes de suspension du pendule, j'ai obtenu les chiffres du tableau suivant; une seconde colonne donne le décroissement pour chaque oscillation du pendule dans les limites correspondantes d'amplitude. J'indique enfin dans

une dernière colonne le rapport du décroissement de l'amplitude, suivant que le disque plein est en haut, ou en bas.

Décroissement de l'amplitude.	1° Disque plein en haut		2° Disque plein en bas		Rapport du décroissement.
	temps employé.	décroissement pour une oscillation.	temps employé.	décroissement pour une oscillation.	
de 2° 0′ à 1°55′			3m,343	1″,127	
de 1 55 à 1 50			3 ,484	1 ,081	
de 1 50 à 1 45	2m,118	1″,779	3 ,708	1 ,016	1,75
de 1 45 à 1 40	2 ,205	1 ,709	3 ,883	0 ,970	1,76
de 1 40 à 1 35	2 ,298	1 ,640	4 ,214	0 ,894	1,83
de 1 35 à 1 30	2 ,400	1 ,570	4 ,435	0 ,849	1,85
de 1 30 à 1 25	2 ,523	1 ,493	4 ,691	0 ,803	1,86
de 1 25 à 1 20	2 ,655	1 ,419	5 ,014	0 ,751	1,89
de 1 20 à 1 15	2 ,826	1 ,333	5 ,404	0 ,697	1,91
de 1 15 à 1 10	3 ,021	1 ,247	5 ,989	0 ,629	1,98
de 1 10 à 1 5	3 ,276	1 ,150	6 ,392	0 ,589	1,95
de 1 5 à 1 0	3 ,600	1 ,046	6 ,835	0 ,551	1,90
de 1 0 à 0 55	4 ,047	0 ,931	7 ,676	0 ,491	1,90
de 0 55 à 0 50	4 ,719	0 ,798	8 ,462	0 ,445	1,79
de 0 50 à 0 45	5 ,928	0 ,636	9 ,556	0 ,394	1,61
de 0 45 à 0 40	7 ,926	0 ,475			

Il paraîtrait, d'après ces chiffres, que le rapport du décroissement de l'amplitude pour une oscillation, suivant que le disque plein est en haut, ou en bas, n'est pas constant; ce rapport va en croissant lentement jusqu'à l'amplitude de 1°10′ environ, où il est près de 2, puis il diminue rapidement. Ces différences tiennent, comme il est facile de le montrer, à une petite irrégularité dans le décroissement de l'amplitude, lorsque le disque plein est en haut, en sorte que le décroissement ne suit pas une loi régulière en fonction de l'amplitude, ou de la vitesse du mouvement. L'on peut effectivement représenter la relation qui existe entre le décroissement D de l'amplitude pour une oscillation, et la vitesse v du mouvement, par une équation de la forme :

$$D = P + Qv + Rv^2 + Sv^3 + \text{etc.}$$

En prenant pour l'unité de vitesse celle qui correspond à une certaine amplitude, on peut, en mettant pour v la vitesse qui correspond à chaque valeur observée du décroissement, déduire par la méthode des moindres carrés les constantes P, Q, R, S, etc. J'ai fait le calcul en prenant pour unité de vitesse celle qui correspond à une amplitude de

1°15′, et j'ai trouvé pour la formule qui représentait le mieux les décroissements observés :

$$D = v.1'',0599 + v^2.0'',1632$$

lorsque le disque plein était en haut; et

$$D' = v.0'',5651 + v^2.0'',1012$$

lorsque le disque plein était en bas.

Si l'on calcule avec ces formules le décroissement de l'amplitude, de 5′ en 5′, on trouve le résultat suivant dans les deux modes de suspension, à côté duquel j'ai inséré la différence entre le décroissement calculé et le décroissement observé.

Décroissement de l'amplitude.	1° Disque plein en haut		2° Disque plein en bas	
	Décroissement calculé pour une oscillation.	Calcul moins Observation.	Décroissement calculé pour une oscillation.	Calcul moins Observation
de 2° 0′ à 1°55′			1″,134	+0″,007
de 1 55 à 1 50			1 ,075	—0 ,006
de 1 50 à 1 45	1″,854	+0″,075	1 ,018	+0 ,002
de 1 45 à 1 40	1 ,754	+0 ,045	0 ,962	—0 ,008
de 1 40 à 1 35	1 ,654	+0 ,014	0 ,906	+0 ,012
de 1 35 à 1 30	1 ,555	—0 ,015	0 ,851	+0 ,002
de 1 30 à 1 25	1 ,459	—0 ,034	0 ,797	—0 ,006
de 1 25 à 1 20	1 ,363	—0 ,056	0 ,744	—0 ,007
de 1 20 à 1 15	1 ,269	—0 ,064	0 ,692	—0 ,005
de 1 15 à 1 10	1 ,178	—0 ,069	0 ,641	+0 ,012
de 1 10 à 1 5	1 ,086	—0 ,064	0 ,590	+0 ,001
de 1 5 à 1 0	0 ,996	—0 ,050	0 ,541	—0 ,010
de 1 0 à 0 55	0 ,909	—0 ,022	0 ,493	+0 ,002
de 0 55 à 0 50	0 ,822	+0 ,024	0 ,445	0
de 0 50 à 0 45	0 ,736	+0 ,100	0 ,398	+0 ,004
de 0 45 à 0 40	0 ,653	+0 ,178		

Ainsi le décroissement de l'amplitude, lorsque le disque plein est en bas, peut être représenté entre les limites de 2° 0′ et de 0° 45′, avec une très-grande exactitude, par un terme proportionnel à la vitesse, et par un terme proportionnel au carré de la vitesse; les écarts entre le calcul par la formule et l'observation sont très-petits, la valeur moyenne étant $\pm$ 0″,007, et ils ne suivent aucune loi, en sorte qu'ils peuvent être attribués aux erreurs accidentelles dans l'observation de l'amplitude. Ces valeurs du décroissement de l'amplitude entre les limites indiquées se rapportent naturellement à la densité moyenne de l'air pendant la

série des observations; celle-ci est déterminée par la pression de 732^{mm}, et la température $+11°,1$.

Il n'en est pas de même pour les observations faites lorsque le disque plein est en haut; la valeur de l'écart moyen entre le calcul et l'observation est de $\pm 0^{r},074$, c'est-à-dire plus de dix fois plus grand que pour l'autre mode de suspension, et fort au delà des limites de l'erreur dans l'observation de l'amplitude. De plus, la marche régulière dans les écarts indique qu'ils doivent être attribués à la formule, qui ne représente pas exactement la loi du décroissement. Ainsi le décroissement de l'amplitude, dans ce mode de suspension du pendule, ne peut pas être complétement représenté par deux termes, l'un proportionnel à la vitesse, l'autre proportionnel au carré de la vitesse. J'ai essayé en vain de modifier la formule en introduisant de nouveaux termes renfermant la vitesse avec l'exposant 0, 1/2, 3/2, 3, etc.; les écarts entre le décroissement calculé et le décroissement observé étaient, dans tous ces cas, beaucoup plus considérables qu'en ne prenant que les deux termes, dont la valeur a été donnée.

Les tableaux suivants renferment la réduction des observations des oscillations, faite suivant le mode qui vient d'être expliqué : la première colonne donne le nombre d'oscillations du pendule dans l'intervalle de temps sidéral marqué dans la seconde colonne; la troisième colonne donne l'incertitude probable de cet intervalle causée par les erreurs fortuites dans l'observation des passages, et par les erreurs d'enregistrement et de transformation du temps chronographique en temps de la pendule normale; la quatrième colonne donne la durée observée d'une oscillation en temps sidéral, obtenue en divisant l'intervalle par le nombre d'oscillations; dans les colonnes cinq et six se trouvent la température moyenne et l'amplitude moyenne pendant la durée des oscillations; les colonnes sept et huit renferment les corrections nécessaires pour réduire la durée observée à une température de $16° \frac{1}{2}$, et à l'arc infiniment petit, ces corrections sont données, pour abréger, en unités de la septième décimale, soit en dix millionnièmes de seconde; enfin la neuvième colonne renferme la durée réduite d'une oscillation en temps sidéral.

Première série : courts intervalles.

Mode de suspension.	Nombre d'oscillations	Intervalle en temps sidéral.	Erreur probable de cet intervalle.	Durée observée d'une oscillation, temps sidéral.	Température moyenne.	Amplitude moyenne	Réduction de la durée à + 16° 1/4	Réduction de la durée à l'arc infiniment petit.	Durée réduite d'une oscillation en temps sidéral.
		s	s	s	°	° ′			s
20 Novembre 1864. Ajustement A des couteaux.									
R.O. haut	508	382,7004	±0,0156	0,7533476	+ 7,4	1 15	+ 626	— 112	0,7533990
R.E. haut	428	322,4653	0,0158	0,7534236	+ 7,4	1 15	+ 626	— 112	0,7534750
R.E. bas	512	385,8225	0,0156	0,7535595	+ 7,4	1 15	+ 626	— 112	0,7536109
R.O. bas	502	378,2622	0,0156	0,7535103	+ 7,4	1 15	+ 626	— 112	0,7535617
23 Décembre 1864. Ajustement A des couteaux.									
R.O. haut	474	357,1003	0,0120	0,7533764	+ 1,9	1 42.5	+1015	— 210	0,7534569
R.E. haut	478	360,1115	0,0120	0,7533714	+ 1,75	1 17.5	+1026	— 120	0,7534620
R.E. bas	466	351,1424	0,0119	0,7535246	+ 1,75	1 0	+1026	— 072	0,7536200
R.O. bas	478	360,1295	0,0120	0,7534090	+ 1,8	1 10	+1022	— 097	0,7535015
8 Janvier 1865. Ajustement B des couteaux.									
R.O. haut	496	373,6182	0,0082	0,7532624	+ 3,7	1 15	+ 888	— 112	0,7533400
R.E. haut	488	367,6563	0,0077	0,7533946	+ 3,75	1 17.5	+ 884	— 119	0,7534711
R.E. bas	486	366,2174	0,0079	0,7535338	+ 3,85	1 5	+ 877	— 085	0,7536130
R.O. bas	490	369,2058	0,0077	0,7534812	+ 4,0	1 10	+ 867	— 097	0,7535582
9 Janvier 1865. Ajustement B des couteaux.									
R.E. bas	500	376,7635	0,0089	0,7535270	+ 4,45	1 5	+ 835	— 085	0,7536020
R.O. bas	494	372,2055	0,0089	0,7534526	+ 4,6	1 5	+ 824	— 085	0,7535265
R.O. haut	500	376,6892	0,0093	0,7533784	+ 4,9	1 25	+ 803	— 143	0,7534444
R.E. haut	500	376,6991	0,0090	0,7533982	+ 5,15	1 25	+ 786	— 143	0,7534625
28 Janvier 1865. Ajustement B des couteaux.									
R.O. haut	500	376,6876	0,0068	0,7533752	+ 7,4	1 22,5	+ 626	— 136	0,7534242
R.O. bas	500	376,7778	0,0064	0,7535556	+ 7,3	1 37,5	+ 633	— 191	0,7535998
R.E. bas	500	376,7761	0,0063	0,7535522	+ 7,35	1 37,5	+ 630	— 191	0,7535961
29 Janvier 1865. Ajustement C des couteaux.									
R.E. bas	500	376,7531	0,0073	0,7535062	+ 5,3	1 22,5	+ 775	— 136	0,7535701
R.O. bas	500	376,7511	0,0074	0,7535022	+ 5,3	1 17,5	+ 775	— 119	0,7535678
R.O. haut	586	441,4695	0,0071	0,7533609	+ 5,35	1 25	+ 771	— 143	0,7534237
R.O. haut	500	376,6983	0,0070	0,7533976	+ 5,45	1 32,5	+ 764	— 170	0,7534570
R.E. haut	500	376,6841	0,0071	0,7533682	+ 5,5	1 32,5	+ 761	— 170	0,7534273
8 Février 1865 Ajustement C des couteaux.									
R.O. haut	464	349,5557	0,0099	0,7533528	+ 5,55	1 15	+ 757	— 112	0,7534173
R.E. haut	460	346,5823	0,0102	0,7534398	+ 5,55	1 32.5	+ 757	— 170	0,7534985
R.E. bas	500	376,7892	0,0095	0,7535784	+ 5,25	1 22,5	+ 778	— 137	0,7536425
R.O. bas	500	376,7549	0,0094	0,7535098	+ 5,2	1 22,5	+ 782	— 137	0,7535743

Première série : courts intervalles.

Mode de suspension.	Nombre d'oscillations.	Intervalle en temps sidéral.	Erreur probable de cet intervalle.	Durée observée d'une oscillation, temps sidéral.	Température moyenne.	Amplitude moyenne	Réduction de la durée à $+16^{\circ}\frac{1}{4}$	Réduction de la durée à l'arc infiniment petit.	Durée réduite d'une oscillation en temps sidéral.
18 Mars 1865. Ajustement C des couteaux.									
R.E. haut	500	376,6716	±0,0049	0,7533432	+ 6,75	1 37,5	+ 672	— 191	0,7533913
R.O. haut	500	376,7029	0,0047	0,7534058	+ 6,75	1 35	+ 672	— 180	0,7534550
R.O. bas	500	376,7431	0,0047	0,7534862	+ 6,75	1 22,5	+ 672	— 137	0,7535397
R.E. bas	500	376,7568	0,0045	0,7535136	+ 6,75	1 27,5	+ 672	— 153	0,7535655
29 Mars 1865. Ajustement D des couteaux.									
R.E. haut	500	376,6599	0,0034	0,7533198	+ 1,7	1 40	+1029	— 200	0,7534027
R.O. haut	500	376,6552	0,0023	0,7533104	+ 1,7	1 40	+1029	— 200	0,7533933
R.O. bas	500	376,7561	0,0028	0,7535122	+ 1,85	1 30	+1019	— 162	0,7535979
R.E. bas	500	376,7487	0,0028	0,7534974	+ 1,95	1 45	+1011	— 220	0,7535765
30 Mars 1865. Ajustement D des couteaux.									
R.E. bas	500	376,7518	0,0109	0,7535036	+ 2,85	1 22,5	+ 948	— 137	0,7535847
R.O. bas	500	376,7652	0,0109	0,7535304	+ 2,8	1 22,5	+ 952	— 137	0,7536119
R.O. haut	500	376,6889	0,0110	0,7533778	+ 2,75	1 30	+ 955	— 162	0,7534571
R.E. haut	500	376,6571	0,0109	0,7533142	+ 2,65	1 22,5	+ 962	— 137	0,7533967
17 Avril 1865. Ajustement D des couteaux.									
R.E. haut	500	376,7201	0,0058	0,7534402	+16,35	1 25	— 007	— 143	0,7534252
R.O. haut	500	376,7494	0,0058	0,7534988	+16,4	1 25	— 011	— 143	0,7534834
R.O. bas	500	376,7980	0,0058	0,7535960	+16,4	1 35	— 011	— 180	0,7535769
R.E. bas	500	376,7673	0,0057	0,7535346	+16,4	1 37,5	— 011	— 191	0,7535144
10 Mai 1865. Ajustement D des couteaux.									
R.E. bas	500	376,7988	0,0090	0,7535976	+18,9	1 12,5	— 187	— 105	0,7535684
R.E. haut	500	376,7149	0,0092	0,7534298	+19,05	1 15	— 198	— 112	0,7533988
Deuxième série : longs intervalles.									
11 Juin 1865. Ajustement D des couteaux.									
R.O. haut	2828	2130,8288	±0,0107	0,7534756	+22,0	1 18,0	— 407	— 123	0,7534226
R.E. haut	2828	2130,8140	0,0106	0,7534704	+22,35	1 18,5	— 432	— 125	0,7534147
R.E. bas	2828	2131,2384	0,0107	0,7536203	+22,55	0 58,0	— 446	— 071	0,7535686
R.O. bas	2828	2131,2263	0,0106	0,7536161	+22,6	1 5,3	— 449	— 090	0,7535622
12 Juin 1865. Ajustement D des couteaux.									
R.O. haut	2828	2130,7815	0,0046	0,7534588	+19,7	1 19,2	— 244	— 127	0,7534217
R.E. haut	2828	2130,7707	0,0045	0,7534550	+19,9	1 17,5	— 258	— 122	0,7534170
R.E. bas	2828	2131,1824	0,0052	0,7536005	+19,85	1 11,1	— 255	— 106	0,7535644
R.O. bas	2828	2131,2030	0,0048	0,7536078	+19,8	1 2.1	— 251	— 081	0,7535746

Deuxième série : longs intervalles.

Mode de suspension.	Nombre d'oscillations.	Intervalle en temps sidéral.	Erreur probable de cet intervalle	Durée observée d'une oscillation, temps sidéral.	Température moyenne.	Amplitude moyenne	Réduction de la durée à + 16°	Réduction de la durée à l'arc infiniment petit.	Durée réduite d'une oscillation en temps sidéral.
26 Octobre 1865. Ajustement C des couteaux.									
R.O. haut	2828	2130,6773	±0,0125	0,7534221	−14,05	1 23,5	+ 156	— 141	0,7534236
R.E. haut	2828	2130,6481	0,0124	0,7534116	+14,45	1 19,6	+ 127	— 128	0,7534115
R.E. bas	2828	2131,1197	0,0124	0,7535783	+14,45	1 10,7	+ 127	— 104	0,7535806
R.O. bas	2828	2131,0753	0,0125	0,7535628	+14,3	1 12,2	+ 138	— 110	0,7535656
30 Octobre 1865. Ajustement C des couteaux.									
R.O. haut	2828	2130,6535	0,0082	0,7534135	+12,9	1 25,8	+ 237	— 149	0,7534223
R.E. haut	2828	2130,6465	0,0082	0,7534111	+13,55	1 17,2	+ 191	— 121	0,7534181
R.E. bas	2828	2131,0542	0,0082	0,7535553	+13,65	1 9,2	+ 184	— 101	0,7535636
R.O. bas	2828	2131,0314	0,0083	0,7535471	+13,15	1 11,4	+ 219	— 107	0,7535583
13 Novembre 1865. Ajustement B des couteaux.									
R.E. haut	2828	2130,5250	0,0105	0,7533681	+ 6,95	1 30,8	+ 658	— 167	0,7534172
R.O. haut	2828	2130,5266	0,0104	0,7533686	+ 7,25	0 59,5	+ 636	— 072	0,7534250
R.O. bas	2828	2130,9076	0,0105	0,7535035	+ 7,6	1 5,7	+ 612	— 091	0,7535556
R.E. bas	2828	2130,9041	0,0106	0,7535021	+ 7,6	1 7.5	+ 612	— 096	0,7535537
17 Novembre 1865. Ajustement B des couteaux.									
R.E. haut	2828	2130,4918	0,0086	0,7533562	+ 5,95	1 3,7	+ 729	— 082	0,7534209
R.O. haut	2828	2130,5390	0,0086	0,7533731	+ 6,0	1 35,7	+ 724	— 186	0,7534269
R.O. bas	2828	2130,8679	0,0085	0,7534895	+ 6,0	1 9,2	+ 724	— 101	0,7535518
R.E. bas	2828	2130,8691	0,0085	0,7534898	+ 6,0	1 5.0	+ 724	— 089	0,7535533
20 Décembre 1865. Ajustement A des couteaux.									
R.E. haut	2828	2130,4289	0,0097	0,7533340	+ 2,3	1 25,2	+ 987	— 147	0,7534180
R.O. haut	2828	2130,3740	0,0096	0,7533148	+ 2,6	1 0.8	+ 966	— 075	0,7534039
R.O. bas	2828	2130,8092	0,0097	0,7534686	+ 2,55	1 6.5	+ 969	— 094	0,7535561
R.E. bas	2828	2130,7849	0,0096	0,7534600	+ 2,5	1 10,0	+ 973	— 104	0,7535469
25 Janvier 1866. Ajustement A des couteaux.									
R.O. haut	2828	2130,5676	0,0090	0,7533831	+ 7,25	1 37,2	+ 636	— 192	0,7534275
R.E. haut	2828	2130,4884	0,0090	0,7533552	+ 7,2	0 59,8	+ 640	— 072	0,7534120
R.E. bas	2828	2130,8917	0,0090	0,7534978	+ 6,95	1 13,7	+ 658	— 114	0,7535522
R.O. bas	2828	2130,9145	0,0090	0,7535058	+ 6,7	1 12,0	+ 676	— 109	0,7535625
26 Janvier 1866. Ajustement A des couteaux.									
R.E. haut	2828	2130,5004	0,0137	0,7533593	+ 6,7	1 24,8	+ 676	— 146	0,7534123
R.O. haut	2828	2130,5030	0,0137	0,7533602	+ 7,1	0 55,4	+ 647	— 063	0,7534186
R.O. bas	2828	2130,9480	0,0137	0,7535176	+ 7,45	1 8.5	+ 623	— 098	0,7535701
R.E. bas	2828	2130,9496	0,0137	0,7535183	+ 7,55	1 14.0	+ 615	— 115	0,7535683

Il ne reste plus maintenant qu'à réduire en temps moyen la durée d'une oscillation, donnée en temps sidéral, et à comparer les résultats obtenus d'un jour à l'autre pour la durée d'une oscillation dans les deux modes de suspension du pendule, suivant que le disque plein est en haut, ou en bas. Dans cette comparaison, il faut examiner séparément les observations de la première série d'expériences, faites avec de courts intervalles de temps, et celles de la seconde; c'est par la première que je commencerai en plaçant toujours dans le même ordre l'observation faite, le pendule étant suspendu sur le même couteau, mais la même extrémité étant alternativement tournée vers l'observateur, ou diamétralement opposée. A côté du chiffre obtenu pour la durée de l'oscillation, j'indique son erreur probable en unités de la septième décimale; cette erreur probable est obtenue en divisant l'incertitude sur l'intervalle de temps par le nombre des oscillations, c'est celle qui résulte des erreurs accidentelles dans l'observation des passages, et de celles provenant de l'enregistrement chronographique.

(*Voir le tableau ci-contre.*)

Si l'on prend la moyenne des 23 observations de la durée T d'une oscillation, lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché du centre de gravité et en négligeant, par conséquent, les petites variations qui pourraient être produites par une petite différence dans la longueur du pendule suivant l'ajustement des couteaux, de même que celles qui seraient dues au mode de suspension, suivant que la même extrémité est tournée vers l'observateur, ou diamétralement opposée, enfin celles que les différences dans la densité de l'air, ou dans l'amplitude, pourraient introduire dans la quantité γ (voyez page 389), on a $T = 0^s,7515198$. On trouve par la somme des carrés des écarts entre chaque valeur de T et la moyenne, $\pm 0^s,0000345$ pour écart moyen, et, par suite, $\pm 0^s,0000233$ pour erreur probable, tandis que l'erreur probable résultant des imperfections de l'enregistrement chro-

Ajustement des couteaux.	Date.	Mode de suspension.	Disque plein en haut.		Disque plein en bas.	
			Durée T en temps moyen.	Erreur probable.	Durée T' en temps moyen.	Erreur probable.
A	20 novembre 1864	R E	0,7515532	±304	0,7514177	±307
»	» » »	R O	0,7515042	310	0,7513419	369
»	23 décembre »	R E	0,7515623	255	0,7514047	251
»	» » »	R O	0,7514441	251	0,7513996	253
B	8 janvier 1865	R E	0,7515553	162	0,7514138	158
»	» » »	R O	0,7515007	157	0,7512831	165
»	9 » »	R E	0,7515443	178	0,7514052	180
»	» » »	R O	0,7514691	180	0,7513872	186
»	28 » »	R E	0,7515385	126		
»	» » »	R O	0,7515422	128	0,7513670	136
C	29 » »	R E	0,7515125	146	0,7513701	142
»	» » »	R O	0,7515103	148	0,7513665	121
»	» » »	R O			0,7513997	140
»	8 février »	R E	0,7515847	190	0,7514411	222
»	» » »	R O	0,7515167	188	0,7513602	213
»	18 mars »	R E	0,7515080	90	0,7513342	98
»	» » »	R O	0,7514822	94	0,7513977	94
D	29 » »	R E	0,7515189	56	0,7513456	68
»	» » »	R O	0,7515403	56	0,7513362	46
»	30 » »	R E	0,7515271	218	0,7513396	218
»	» » »	R O	0,7515542	218	0,7513998	220
»	17 avril »	R E	0,7514570	114	0,7513681	116
»	» » »	R O	0,7515193	116	0,7514261	116
»	10 mai »	R E	0,7515108	180	0,7513417	184
	Moyenne 23 observations		0,7515198	±168	0,7513759	±174

nographique et des erreurs fortuites dans l'observation des passages est $\pm$ 0^s,0000168. On trouverait de même par la moyenne des 23 observations faites, lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, la durée moyenne T′ d'une oscillation = 0^s,7513759; l'écart moyen d'une de ces observations est de $\pm$ 0^s,0000575, et, par suite, l'erreur probable $\pm$ 0^s,0000253, tandis que l'erreur probable calculée d'après l'incertitude sur l'intervalle de temps est $\pm$ 0^s,0000174.

Comme, dans la seconde série d'expériences, les écarts entre les différentes valeurs de T ou de T′ sont environ cinq fois plus petits que

dans la première, on est amené à attribuer les écarts de celle-ci à des erreurs accidentelles, et non à l'influence des forces troublantes, qui auraient pu exercer une action différente d'un jour à l'autre. L'erreur probable sur la durée d'une oscillation est de $\pm$ 0s,0000243 d'après la valeur de l'écart moyen sur une valeur de T ou de T', ce qui donne $\pm$ 0s,01215 pour l'erreur probable de l'intervalle de temps employé pour 500 oscillations. Or, nous avons vu d'un autre côté que l'on peut évaluer en moyenne à $\pm$ 0s,00855, l'erreur probable sur cet intervalle, en tant qu'elle est due aux erreurs accidentelles dans l'observation des passages du pendule par la verticale, et aux imperfections de l'enregistrement chronographique. Il suffit, par conséquent, pour expliquer l'erreur probable dans la durée d'une oscillation, d'admettre l'existence d'une autre cause pouvant donner lieu, sur un intervalle de 6 à 7 minutes, à des erreurs accidentelles entre les limites probables de $\pm$ 0s,00865. Cette cause est facile à indiquer, c'est une variation physiologique dans la manière de donner les signaux sur le levier-clef, à l'instant où l'observateur voit passer le point de repère derrière le fil de la lunette; on ne peut pas admettre que la corrélation de la perception d'un phénomène par la vue, et du mouvement correspondant du doigt, soit absolument constante, et qu'elle ne soit pas variable dans des limites de quelques millièmes de seconde, entre deux observations faites à 6 ou 7 minutes d'intervalle, pendant lesquelles l'attention de l'observateur a été occupée d'une autre manière. Il suffit d'admettre une variabilité de $\pm$ 0s,0061 pour produire une erreur de $\pm$ 0s,00865 dans l'intervalle de temps, c'est-à-dire une erreur égale à celle dont il s'agissait de trouver l'origine.

Examinons maintenant les résultats obtenus dans la seconde série d'expériences, en les groupant de la même manière que celles de la première série, page 399 :

Ajustement des couteaux.	Date.	Mode de suspension.	Disque plein en haut. Durée T en temps moyen.	Disque plein en haut. Erreur probable.	Disque plein en bas. Durée T′ en temps moyen.	Disque plein en bas. Erreur probable.
D	11 juin 1865	R E′	0,7515110	±38	0,7513576	±38
»	» » »	R O	0,7515047	38	0,7513654	38
»	12 » »	R E	0,7515069	18	0,7513599	16
»	» » »	R O	0,7515170	17	0,7513645	16
C	26 octobre »	R E	0,7515230	44	0,7513544	44
»	» » »	R O	0,7515081	44	0,7513664	44
»	30 » »	R E	0,7515061	30	0,7513610	30
»	» » »	R O	0,7515008	30	0,7513651	30
B	13 novembre »	R E	0,7514962	37	0,7513601	37
»	» » »	R O	0,7514981	37	0,7513678	37
»	17 » »	R E	0,7514958	30	0,7513637	30
»	» » »	R O	0,7514943	30	0,7513697	30
A	20 décembre »	R E	0,7514894	34	0,7513609	34
»	» » »	R O	0,7514986	34	0,7513468	34
»	25 janvier 1866	R E	0,7514947	32	0,7513549	32
»	» » »	R O	0,7515050	32	0,7513703	32
»	26 » »	R E	0,7515108	48	0,7513552	48
»	» » »	R O	0,7515125	48	0,7513615	48
	Moyenne 18 observations.		0,7515040.5	±35	0,7513614	±34

Nous avons déjà vu que les erreurs provenant de l'enregistrement et de la transformation d'un intervalle chronographique en temps de la pendule normale étaient à peu près les mêmes, que cet intervalle fût de 6 à 7 minutes seulement, ou cinq à six fois plus long. Aussi l'erreur probable sur la durée d'une oscillation, provenant des erreurs fortuites dans l'observation des passages et de l'enregistrement chronographique, est-elle seulement de $\pm$ 0^s,0000054, en moyenne, dans cette seconde série, c'est-à-dire cinq fois plus petite que dans la première série, où l'intervalle de temps était 5,6 fois plus court.

Comparons d'abord entre elles toutes les valeurs de T, et toutes celles de T′, en faisant par conséquent abstraction des causes qui pourraient produire une différence de l'une à l'autre, telles que : les variations dans l'ajustement des couteaux et les différences qui résultent de ces changements dans la longueur du pendule; les variations dans la valeur

de γ qui pourraient résulter de différences dans la densité de l'air, ou de différences dans l'amplitude; les erreurs qui pourraient résulter sur la réduction à la température de 16° $^1/_4$ d'une erreur dans le coefficient de dilatation de la tige du pendule, etc. De la somme des carrés des écarts entre chaque valeur de T et la moyenne, on déduit $\pm$ 0^s,0000088 pour écart moyen, et, par suite, $\pm$ 0^s,0000059 pour erreur probable d'une valeur de T. On trouve de même, par la somme des carrés des écarts entre chaque valeur de T′ et la moyenne, $\pm$ 0^s,0000060 pour écart moyen, et $\pm$ 0^s,0000040 pour erreur probable d'une valeur de T′. Ces erreurs sont à peu près cinq fois plus faibles que celles de la première série d'expériences, et la moyenne des 23 déterminations de T, ou de T′, de cette première série est affectée de la même incertitude qu'une seule détermination de T, ou de T′, dans la seconde série.

Examinons maintenant les différentes causes énumérées plus haut, qui peuvent produire une différence dans la durée de l'oscillation, en commençant par celle qui est due au changement d'ajustement des couteaux. Les observations des oscillations faites le 11 et le 12 juin 1865, dans l'ajustement D, correspondent aux mesures de la longueur du pendule de la quatrième série, page 554; celles du 26 et du 30 octobre, ajustement C, correspondent à celles de la cinquième série; celles du 13 et du 17 novembre, ajustement B, à celles de la sixième série; enfin celles du 20 décembre 1865, du 25 et du 26 janvier 1866, ajustement A, à celles de la septième série. D'après les chiffres donnés à la page 554, pour ces différentes séries, la longueur moyenne de la distance entre les couteaux, pour les observations du 11 juin 1865 au 26 janvier 1866, est de 248^l,48243, et on peut réduire à cette longueur moyenne les observations de chaque jour, d'après la longueur pour la série correspondante; on élimine de cette façon les différences que le changement d'ajustement des couteaux introduit dans la longueur du pendule. Pour effectuer cette réduction à la longueur moyenne, il faut appliquer les

corrections suivantes à la distance entre les couteaux, et à la durée d'une oscillation :

11 et 12 juin 1865	+0,00217	+0,0000033
26 et 30 octobre 1865	−0,00231	−0,0000035
13 et 17 novembre 1865	+0,00051	+0,0000008
20 décembre 1865, 25 et 26 janvier 1866	−0,00026	−0,0000004

En appliquant ces corrections aux durées observées d'une oscillation, pour les différents jours, on pourra supposer que la distance entre les couteaux ait été la même pour toutes, savoir λ égal à $248^{l},182\,45$, à la température de 16^{c} $^{1}/_{2}$. Si l'on peut éliminer de cette façon les petites différences que le changement d'ajustement des couteaux introduit dans la distance qui les sépare, et dans la durée de l'oscillation, il n'en est pas de même de celles qui pourraient provenir d'une très-légère inégalité dans la forme des couteaux, ou dans leur direction. Celles-ci sont bien éliminées dans la moyenne d'observations, dans lesquelles on a fait varier l'ajustement de toutes les manières possibles, mais il est impossible de déterminer *à priori* l'effet que produiront ces changements d'ajustement; cet effet se trouvera, par conséquent, compris dans les différences dues aux erreurs accidentelles.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, j'avais fait varier l'amplitude initiale, dans des limites assez étendues, dans les deux déterminations de la durée T′ d'une oscillation faites le même jour, lorsque le pendule était suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, et cela dans le but de chercher l'influence que l'amplitude pouvait avoir sur la valeur de γ. C'est à partir du 30 octobre que j'ai fait varier l'amplitude initiale d'une manière notable dans les deux déterminations de T′; pour les trois premiers jours, ainsi que dans la détermination de T pendant toute la série, l'amplitude était trop peu différente d'une observation à l'autre pour qu'il fût possible de tenter une pareille comparaison.

Si l'on désigne par x l'allongement dans la durée d'une oscillation T′, exprimé en unités de la septième décimale, et correspondant à une

augmentation de 5′ dans l'amplitude moyenne, on aura, d'après la valeur de l'amplitude moyenne dans chaque expérience, page 397, et d'après les valeurs de T′, page 401, les relations suivantes :

30 octobre	1865	$+1{,}71\,x$	$= +\ 41$
13 novembre	»	$+6{,}26\,x$	$= -\ 77$
17 novembre	»	$+6{,}40\,x$	$= +\ 60$
20 décembre	»	$+4{,}88\,x$	$= +141$
25 janvier	1866	$+7\ 48\,x$	$= +154$
26 janvier	»	$+5{,}88\,x$	$= -\ 63$

Ainsi, dans quatre cas, la durée de l'oscillation était plus longue lorsque l'amplitude était plus considérable, et dans deux cas l'inverse s'est présenté. Si des équations précédentes on déduit la valeur la plus probable de x, on trouve $x = +\ 7{,}3 \pm 4{,}6$, c'est-à-dire qu'un changement de $\pm\ 5'$ dans l'amplitude produit une différence dans la valeur de γ, qui correspond à un changement de $\pm\ 7{,}5$ unités de la septième décimale dans la durée de l'oscillation. L'incertitude sur cette valeur de x s'élève à une fraction très-notable, les cinq huitièmes environ du chiffre obtenu, ce qui n'a pas lieu de surprendre, attendu que les différences observées dans la durée de l'oscillation ne dépassent guère celles qui peuvent être attribuées aux erreurs accidentelles, lors même que l'amplitude a varié de 30 à 40 minutes. Malgré l'incertitude qui subsiste sur la valeur de x ainsi obtenue, j'en ai tenu compte dans la détermination de la durée probable d'une oscillation, résultant des observations de chaque jour, pour ce mode de suspension ; comme la valeur moyenne de l'amplitude pour les observations de la durée T de l'oscillation, faites le disque plein étant en haut, est de 1°8′45, c'est à cette amplitude moyenne que j'ai réduit toutes les durées observées T′ d'une oscillation dans l'autre mode de suspension, en faisant usage de cette valeur de x. Il est évident, en effet, que si la valeur de γ varie avec l'amplitude, et si elle n'est pas la même dans les durées T et T′ observées à des amplitudes différentes, on pourra néanmoins regarder γ comme étant le même, si la durée T′ a été réduite à la valeur qu'elle aurait eue à

une amplitude égale à celle qui correspond à l'observation de T. Ces réductions à l'amplitude moyenne 1° 8′,45 pour les différentes valeurs de T′ sont du reste très-faibles, et elles sont comprises en dedans des limites des erreurs accidentelles.

Il reste enfin à examiner l'influence que pourrait avoir une erreur dans la valeur adoptée du coefficient de dilatation de la tige du pendule, sur les écarts entre les durées d'une oscillation observées à différentes températures. Si l'on suppose que le coefficient de dilatation soit $0{,}00001878 - y$, et si l'on détermine y par la condition de réduire à un minimum la somme des carrés des écarts pour les valeurs de T et de T′, observées à différentes températures, on trouve pour la valeur la plus probable de $y + 0{,}00000129 \pm 0{,}00000054$.

Il paraît ainsi probable que le coefficient de dilatation de Lavoisier, avec lequel les réductions avaient été faites, est trop faible de près d'un quinzième de sa valeur, et que, par la comparaison des durées observées, il devrait être porté à 0,00002007 par degré centigrade. La correction qu'il faudrait apporter au coefficient de dilatation est à peu près quatre fois plus grande que son erreur probable, ce qui ne laisse guère de doute sur la nécessité d'augmenter la valeur primitivement adoptée.

Je donne dans le tableau suivant, pour chaque jour et pour chaque valeur de T et de T′, la correction qu'il faut appliquer à la durée observée, pour avoir la durée la plus probable, en tenant compte de la réduction à la distance moyenne entre les couteaux 248l,48245; de la réduction à l'amplitude moyenne 1° 8′,45 pour les valeurs de T′, enfin de la correction sur le coefficient de dilatation du pendule; ces différentes corrections sont exprimées en unités de la septième décimale.

Date.	Disque plein en haut.			Disque plein en bas.			
	Corrections		Durée corrigée	Corrections			Durée corrigée
	longueur du pendule.	coefficient de dilatation.	T	longueur du pendule.	réduction à l'amplitude moyenne.	coefficient de dilatation.	T′
11 juin 1865	+33	—31	0,7515112	+33	—15	—30	0,7513564
» » »	+33	—31	0,7515049	+33	—14	—28	0,7513645
12 » »	+33	—18	0,7515084	+33	—13	—18	0,7513601
» » »	+33	—17	0,7515186	+33	—16	—17	0,7513645
26 octobre »	—35	+ 9	0,7515204	—35	—15	+ 9	0,7513503
» » »	—35	+ 9	0,7515055	—35	—22	+11	0,7513618
30 » »	—35	+13	0,7515039	—35	—13	+13	0,7513575
» » »	—35	+15	0,7514988	—35	—25	+16	0,7513607
13 novemb. »	+ 8	+42	0,7515012	+ 8	—32	+45	0,7513623
» » »	+ 8	+42	0,7515031	+ 8	+12	+44	0,7513742
17 » »	+ 8	+50	0,7515016	+ 8	+ 7	+50	0,7513702
» » »	+ 8	+50	0,7515001	+ 8	—39	+50	0,7513716
20 décemb. »	— 4	+67	0,7514957	— 4	—25	+68	0,7513648
» » »	— 4	+67	0,7515049	— 4	+11	+66	0,7513541
25 janvier 1866	— 4	+45	0,7514988	— 4	+12	+44	0,7513601
» » »	— 4	+46	0,7515092	— 4	—42	+44	0,7513701
26 » »	— 4	+42	0,7515146	— 4	—24	+46	0,7513570
» » »	— 4	+43	0,7515164	— 4	+19	+44	0,7513674
Moy. 18 observat.			0,7515065				0,7513626.5

L'application des corrections indiquées dans ce tableau réduit à $\pm$ 0^s,0000072 l'écart moyen d'une valeur de T comparée à la moyenne, et, par suite, à $\pm$ 0^s,0000049 l'erreur probable sur une détermination de la durée d'une oscillation, lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché du centre de gravité. Pour les valeurs de T′, l'écart moyen est très-légèrement augmenté par l'introduction de ces corrections, il devient $\pm$0^s,0000064, et l'erreur probable d'une valeur de T′ est $\pm$ 0^s,0000043. La somme des carrés des écarts pour les 18 valeurs de T et de T′ est réduite, par l'introduction de ces corrections, de 194444 à 158971, elle est par conséquent un peu diminuée, et les nouvelles valeurs de T et de T′ doivent être adoptées de préférence aux anciennes, comme étant plus probables; mais l'on doit conclure en

même temps que les écarts dans les premières valeurs de T et de T′ étaient dus en grande partie à des erreurs accidentelles, ou à des causes autres que celles dont on a cherché à tenir compte, puisque les écarts ont été diminués dans une faible proportion seulement.

Si l'on veut attribuer uniquement à des erreurs accidentelles dans la détermination de l'intervalle de temps employé pour 2828 oscillations, les écarts entre les différentes valeurs de T ou de T′, on déduit de l'erreur probable sur la durée d'une oscillation, qui est en moyenne $\pm$ 0ˢ,0000046 pour T et pour T′, $\pm$ 0ˢ,0130 pour l'erreur probable de l'intervalle de temps compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations. Comme l'incertitude sur cet intervalle de temps, qui peut être attribuée aux erreurs fortuites dans l'observation des passages du pendule par la verticale, aux imperfections de l'enregistrement et à la transformation du temps chronographique en temps de la pendule normale, s'élève à $\pm$0ˢ,0097, il suffit d'admettre l'existence d'une autre cause pouvant produire une erreur de $\pm$ 0ˢ,00865 sur cet intervalle. Il est très-naturel de chercher cette cause dans une variation de l'erreur physiologique, et dans la manière de faire coïncider les passages du pendule avec le mouvement du doigt sur le levier-clef, dans deux observations faites à 55 $\frac{1}{2}$ minutes de distance. Si l'on suppose une variation de $\pm$ 0ˢ,0061 dans l'erreur physiologique d'une observation à l'autre, il en résulte une erreur de $\pm$ 0ˢ,00865 sur l'intervalle de temps compris entre ces deux observations.

Mais les écarts entre les différentes valeurs de T, ou de T′, peuvent provenir en partie d'une autre cause que des erreurs accidentelles d'observation; les forces troublantes, telles que frottement, poussée, remous, etc., dont il est tenu compte par l'introduction des termes $\frac{\gamma}{h}$ et $\frac{\gamma}{h'}$ dans les valeurs de T et de T′ ne restent pas absolument constantes d'un jour à l'autre, et il doit naturellement en résulter de petites différences dans la durée observée de l'oscillation. Nous verrons dans le chapitre suivant comment l'on peut évaluer, non dans chaque cas particulier, mais dans la moyenne d'un grand nombre de détermi-

nations, la part des écarts entre les valeurs de T, ou de T′, qui provient d'une modification dans l'action des forces troublantes, et celle qui revient aux erreurs accidentelles d'observation.

CHAPITRE IV.

Calcul de la longueur du pendule simple faisant, dans le vide, une oscillation dans une seconde de temps moyen.

§ 9.

Il résulte des recherches de M. Cellérier, § 5 de son mémoire, que si on désigne par T la durée observée d'une oscillation, le pendule étant suspendu par le couteau le plus rapproché du centre de gravité, la distance de l'un à l'autre étant h; par T′ la durée de l'oscillation, le pendule étant suspendu par l'autre couteau, dont la distance au centre de gravité est h'; par λ la distance entre les deux couteaux et par g la pesanteur, on a [1] :

$$T=\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}\left(1+\frac{\gamma}{h}\right)};\quad T'=\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}\left(1+\frac{\gamma}{h'}\right)}$$

γ étant une quantité inconnue qui dépend du moment des forces troublantes et des imperfections de construction, qui ont pour effet que les deux couteaux ne sont pas rigoureusement des centres d'oscillation réciproques. Si on désigne par L la longueur du pendule simple faisant dans le vide une oscillation dans une seconde de temps moyen, on aura :

$$L=\frac{\lambda}{T^2}\left(1+\frac{\gamma}{h}\right)=\frac{\lambda}{T'^2}\left(1+\frac{\gamma}{h'}\right)$$

[1] Les durées T et T′ sont déjà réduites à l'arc infiniment petit, par la formule qui donne cette réduction dans le vide pour chaque amplitude.

Si les durées observées T et T′ étaient mathématiquement exactes, et si la valeur de γ était rigoureusement la même pour les deux, et absolument constante d'un jour à l'autre, on devrait obtenir exactement la même valeur de L, qu'elle soit calculée par T, ou par T′, un jour quelconque.

En déterminant T et T′ par la moyenne d'un grand nombre d'observations, faites dans des circonstances différentes, on peut déduire la valeur moyenne de γ à l'aide de ces valeurs par la formule

$$\gamma = \frac{T - T'}{T} \cdot \frac{2\,hh'}{h' - h},$$

ou bien, si l'on désigne par IG la distance du centre de gravité au centre de figure du pendule, qui est égale à $\frac{h'-h}{2}$

$$\gamma = \frac{T - T'}{T} \cdot \frac{hh'}{IG}.$$

Supposons que la durée T de l'oscillation observée un jour quelconque soit affectée d'une erreur $\pm\varepsilon T$, et la durée T′ d'une erreur $\pm\varepsilon' T'$; que pour ce même jour la valeur exacte de γ soit $\gamma \pm \mu$, pour l'observation de T, et $\gamma \pm \mu'$, pour celle de T′, le calcul donnera pour la valeur de L, suivant qu'elle est déduite de T, ou de T′, et en mettant dans les seconds termes L à la place de $\frac{\lambda}{T^2}$ ou de $\frac{\lambda}{T'^2}$

$$L = \frac{\lambda}{T^2}\left(1 + \frac{\gamma}{h}\right) + L\left(\pm\frac{\mu}{h} \pm 2\varepsilon\right)$$

$$= \frac{\lambda}{T'^2}\left(1 + \frac{\gamma}{h'}\right) + L\left(\pm\frac{\mu'}{h'} \pm 2\varepsilon'\right)$$

On aurait des expressions analogues pour chaque jour d'observation, et pour la durée observée dans chaque mode de suspension du pendule. D'après la manière dont la valeur moyenne de γ a été déterminée, on obtient le même chiffre pour la valeur moyenne de L, en prenant la moyenne arithmétique de tous les résultats obtenus avec les différentes valeurs de T, le pendule étant suspendu par le couteau le plus rappro-

ché du centre de gravité, ou par la moyenne arithmétique de tous les résultats obtenus avec les différentes valeurs de T', le pendule étant suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité. On a par conséquent :

$$\Sigma . L \left(\pm \frac{\mu}{h} \pm 2\varepsilon \right) = 0$$

$$\Sigma . L \left(\pm \frac{\mu'}{h'} \pm 2\varepsilon' \right) = 0$$

On peut considérer ainsi la différence entre chaque valeur individuelle de L et la moyenne, comme l'écart produit, soit par l'erreur accidentelle dans l'observation de la durée, soit par la différence de la valeur de γ au moment de l'observation avec sa valeur moyenne. Si, dans chaque cas spécial, il est impossible de faire la part de chacune de ces causes d'erreur dans l'écart observé, on peut du moins déterminer la valeur moyenne de l'une et de l'autre. Désignons par $\pm$ M la valeur moyenne de $\pm \mu$, et par $\pm$ ET la valeur moyenne des erreurs accidentelles dans l'observation de la durée (il n'y a effectivement pas de raison pour supposer que ces valeurs moyennes soient différentes dans les deux modes de suspension, par l'un des couteaux, ou par l'autre); on aura

$$\pm \Delta = L \left(\pm \frac{M}{h} \pm 2E \right)$$

$$\pm \Delta' = L \left(\pm \frac{M}{h'} \pm 2E \right)$$

Dans ces formules, $\pm \Delta$ représente l'écart moyen entre une valeur de L et la moyenne, le pendule étant suspendu par le couteau le plus rapproché du centre de gravité, et $\pm \Delta'$ l'écart moyen entre une valeur de L et la moyenne, le pendule étant suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité. Les valeurs de $\pm \Delta$ et $\pm \Delta'$ sont calculées par les formules :

$$\Delta = \pm \sqrt{\frac{\Sigma . \delta^2}{n - 1}} \qquad \Delta' = \pm \sqrt{\frac{\Sigma . \delta'^2}{n - 1}}$$

δ étant un écart dans le premier mode de suspension, δ' dans le second, et n le nombre d'observations faites dans l'un et dans l'autre.

Des relations précédentes on tire :

$$2E = \pm \frac{1}{L}\sqrt{\frac{h'^2\Delta'^2 - h^2\Delta^2}{h'^2 - h^2}}$$

et

$$M = \pm\sqrt{\frac{h^2\Delta^2}{L^2} - 4E^2h^2} = \pm\sqrt{\frac{h'^2\Delta'^2}{L'^2} - 4E^2h'^2}.$$

L'application des formules précédentes donne pour la seconde série d'expériences, en prenant les valeurs moyennes de T et de T′ de la page 406.

$$\frac{T - T'}{T} = 0{,}0001914.$$

Nous avons vu à la page 402 que la valeur moyenne de la distance λ entre les couteaux, pour les observations faites du 11 juin 1865 au 26 janvier 1866, était $2^{m}48^{l},48243$, et les durées T et T′ sont déjà réduites à cette valeur moyenne. D'après le § 4, on a

$$IG = 37^{l},464\,;\ h = 86^{l},776 \text{ et } h' = 161^{l},704,$$

d'où l'on tire pour la valeur moyenne de γ

$$\gamma = 0{,}071695$$

et par suite

$$1 + \frac{\gamma}{h} = 1{,}00082621$$

$$1 + \frac{\gamma}{h'} = 1{,}00044337$$

Voici maintenant, pour les différents jours, la valeur obtenue pour la longueur L du pendule effectuant, dans le vide, une oscillation dans une seconde de temps moyen. La première colonne donne le résultat du calcul fait avec une valeur de T, et la seconde avec une valeur de T′.

Date.		Valeurs de L.	
		Calcul par T, le disque plein étant en haut.	Calcul par T', le disque plein étant en bas.
		l	l
11 juin 1865	R E	440,3351	440,3482
» » »	R O	,3426	,3387
12 » »	R E	,3385	,3438
» » »	R O	,3266	,3387
26 octobre »	R E	,3246	,3552
» » »	R O	,3419	,3418
30 » »	R E	,3438	,3469
» » »	R O	,3497	,3431
13 novembre »	R E	,3469	,3413
» » »	R O	,3447	,3273
17 » »	R E	,3465	,3319
» » »	R O	,3481	,3303
20 décembre »	R E	,3534	,3383
» » »	R O	,3426	,3508
25 janvier 1866	R E	,3497	,3438
» » »	R O	,3376	,3318
26 » »	R E	,3313	,3475
» » »	R O	,3291	,3352
Moyenne.....		440,3407	440,3408

On tire des valeurs obtenues, lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché du centre de gravité, $\Delta = \pm 0^{l},00845$, et lorsque le pendule est suspendu par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, $\Delta' = \pm 0^{l},00755$.

Il résulte, par conséquent, des formules données plus haut que

$$2\,E = \pm 0,00001625$$
$$\text{et } M = \pm 0,0008866$$

Ainsi, par suite de circonstances variables d'un jour à l'autre, ou d'une observation à l'autre, la quantité γ n'est pas constante, mais elle varie entre des limites qui s'élèvent, en moyenne, à la quatre-vingtième partie de sa valeur environ. Les circonstances relatives à l'amplitude, à la densité de l'air, etc., dans lesquelles la valeur moyenne de γ a été obtenue, dans cette série d'expériences, sont : une amplitude de $1°8'$; une pression

atmosphérique de 732^{mm}; une température de $-11°,1$. Par suite d'une variation dans ces circonstances, la valeur de γ pour une observation quelconque de cette série peut être représentée par

$$\gamma = 0{,}071695 \pm 0{,}0008866,$$

et l'erreur sur la détermination de la valeur moyenne de γ est égale à $\pm 0{,}0001478$. L'écart qui résultera, sur une détermination de L, d'une même variation $\pm\mu$ dans la valeur de γ, ne sera pas le même, suivant que le pendule est suspendu par le couteau le plus rapproché, ou par le couteau le plus éloigné du centre de gravité, puisque d'après les formules de la page 410, μ est divisé par h dans le premier cas, et par h' dans le second. La formule qui représente l'écart moyen dans le premier cas est :

$$\pm\Delta = 440^{l},34\ (\pm 0{,}00001022 \pm 0{,}00001625) = \pm 0^{l},00845$$

et dans le second :

$$\pm\Delta' = 440^{l},34\ (\pm 0{,}00000548 \pm 0{,}00001625) = \pm 0^{l},00755.$$

Il résulte, par conséquent, de la comparaison des écarts entre les différentes valeurs obtenues pour L, suivant que le pendule est suspendu par l'un, ou par l'autre des couteaux, que ces écarts sont dus en très-grande partie aux erreurs accidentelles dans la détermination de la durée de l'oscillation. En effet, le terme qui représente la part de l'écart due à une variation sur la valeur de γ est, dans le premier cas, un peu moins des deux tiers, et dans le second cas, le tiers de celui qui représente la part due aux erreurs dans la durée de l'oscillation.

De la valeur de 2 E obtenue plus haut, on déduit $\pm 0^{s},0000061$ pour l'erreur moyenne dont est affectée la durée d'une oscillation dans les deux modes de suspension du pendule, et qui provient des erreurs fortuites dans l'observation des passages, des imperfections dans l'enregistrement et des erreurs dans la transformation du temps, enfin de la variation physiologique entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations. L'erreur probable sur la durée observée d'une oscillation

est de $\pm 0^s,0000041$, ce qui donne $\pm 0^s,0116$ pour l'erreur probable sur l'intervalle de temps employé pour 2828 oscillations. Or, on a vu par les tableaux pages 396 et 397, que l'erreur probable sur l'intervalle de temps qui provient des erreurs fortuites dans l'observation des passages et des imperfections dans l'enregistrement chronographique, s'élève en moyenne à $\pm 0^s,0097$; la part qu'il faut attribuer à une variation physiologique dans la manière de donner les signaux, entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations, est donc de $\pm 0^s,0064$, ce qui suppose une variation de $\pm 0^s,0045$ dans l'erreur physiologique d'une observation à l'autre. Ces chiffres sont naturellement un peu plus faibles que ceux que nous avions trouvés à la page 407, et qui avaient été obtenus sans tenir compte de la différence dans la durée de l'oscillation qui provient des variations de γ.

L'instant du commencement d'une série d'oscillations serait ainsi affecté d'une erreur probable $\pm 0^s,0082$, qui serait due, en moyenne pour la part indiquée ci-dessous, aux causes suivantes:

Erreurs fortuites dans l'observation des passages.....	$\pm 0^s,0046$
Erreurs d'enregistrement et de transformation du temps chronographique.	$\pm 0^s,0067$
Erreur physiologique dans la manière de donner les signaux.....	$\pm 0^s,0045$

L'instant de la fin de cette série d'oscillations serait affecté d'une erreur égale pour les mêmes causes, ce qui donne lieu à l'erreur probable $\pm 0^s,0116$ sur l'intervalle de temps compris entre le commencement et la fin d'une série d'oscillations.

Je ne mentionnerai qu'en passant les résultats qui pourraient être déduits, pour la valeur de L, de la première série d'expériences; il résulte en effet des chiffres donnés à la page 399 que, dans cette première série, l'erreur sur la durée d'une oscillation est près de six fois plus grande que dans la seconde série. La moyenne des 23 déterminations de T ou de T′, dans la première série, est ainsi affectée d'une erreur qui dépasse notablement celle qui peut être attribuée à une seule détermination de T ou de T′, dans la seconde série. On trouverait avec les valeurs indi-

quées plus haut L = 440l,3253 pour le résultat de cette première série d'expériences, mais le poids, qui peut être attribué à cette détermination, est trop faible pour qu'on puisse la faire entrer en ligne de compte dans le résultat définitif.

§ 10.

Détermination de la valeur de la pesanteur à Genève.

La moyenne des 36 déterminations de L, page 412, donne L = 440l,34075, avec une erreur moyenne de ± 0l,0013, d'après la somme des carrés de tous les écarts; l'erreur probable est de ±0l,0009. On a ainsi en mesure métrique, pour la longueur du pendule simple, faisant à Genève une oscillation dans le vide dans une seconde de temps moyen,

0m,9933334 avec une erreur probable de ±0m,0000020.

On déduit de là pour la pesanteur à Genève, à la latitude de 46°12′, et à une hauteur de 408 mètres au-dessus du niveau de la mer,

$g = 9^m,805808$ avec une erreur probable de $\pm 0^m,000020$.

Toutefois, pour les motifs exposés dans l'introduction, ce résultat ne peut être regardé que comme provisoire, et il peut être susceptible de quelques modifications, lorsque des comparaisons avec un étalon authentique auront fait connaître la correction qui doit être apportée à l'échelle, et lorsque des expériences directes auront donné la valeur exacte du coefficient de dilatation de l'échelle et de la tige du pendule.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages

INTRODUCTION 309

CHAPITRE I. **Description des appareils** 318

§ 1. Pendule à réversion 318

§ 2. Appareil pour déterminer la position du centre de gravité . . . 324

CHAPITRE II. **Des mesures** 326

§ 3. Mesures de la distance des couteaux 326

§ 4. Détermination de la position du centre de gravité du pendule . . 355

CHAPITRE III. **Détermination de la durée d'une oscillation** . . . 357

§ 5. Comparaisons de la pendule chronographique et de la pendule sidérale Dent 358

§ 6. Marche de la pendule normale Dent 376

§ 7. Observations des oscillations du pendule 378

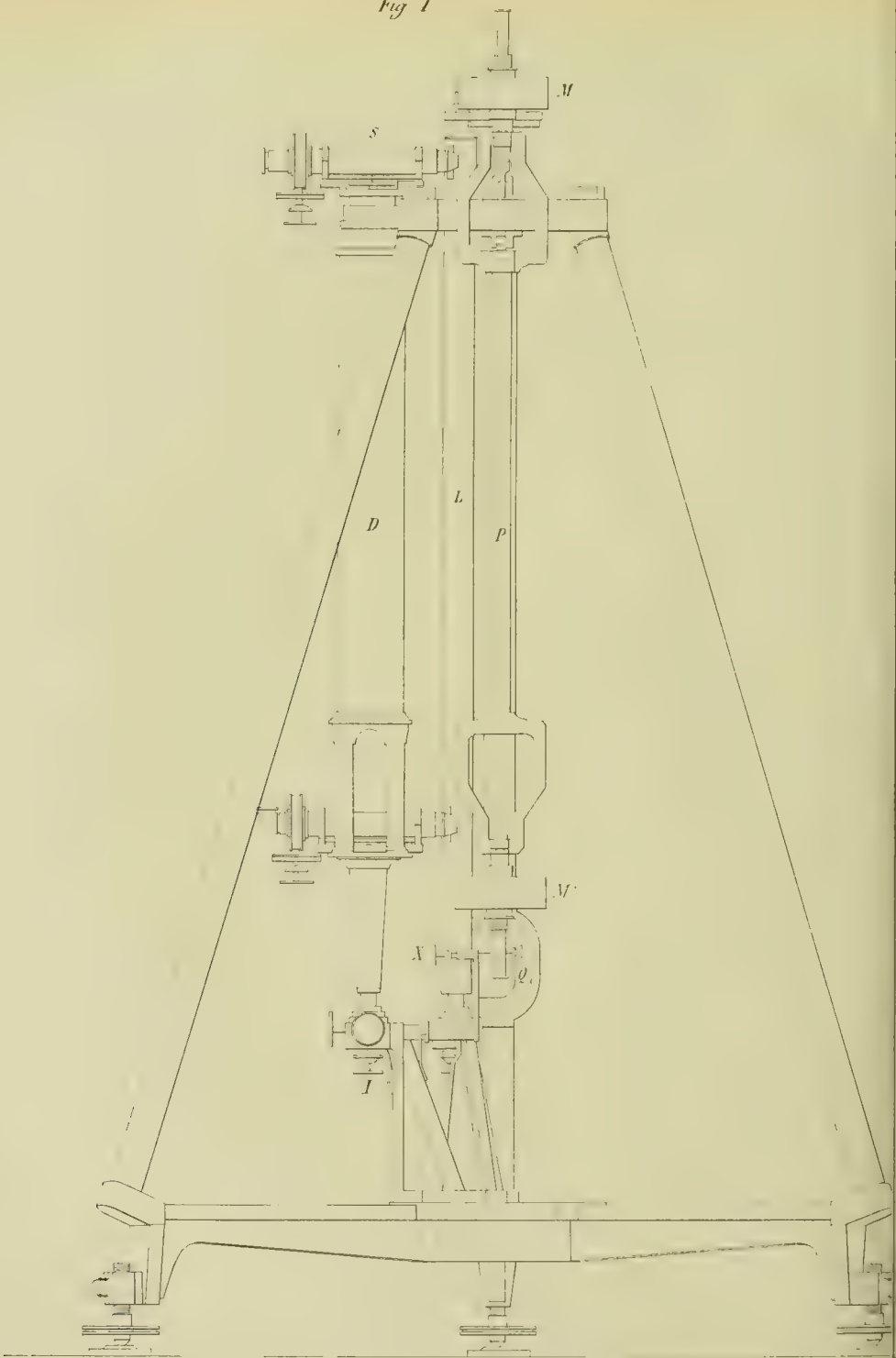
§ 8. Réduction des observations des oscillations 386

CHAPITRE IV. **Calcul de la longueur du pendule simple faisant à Genève, dans le vide, une oscillation dans une seconde de temps moyen** 408

§ 9. 408

§ 10. Détermination de la valeur de la pesanteur à Genève 415

Fig 1



$(\frac{1}{5})$

Fig 2

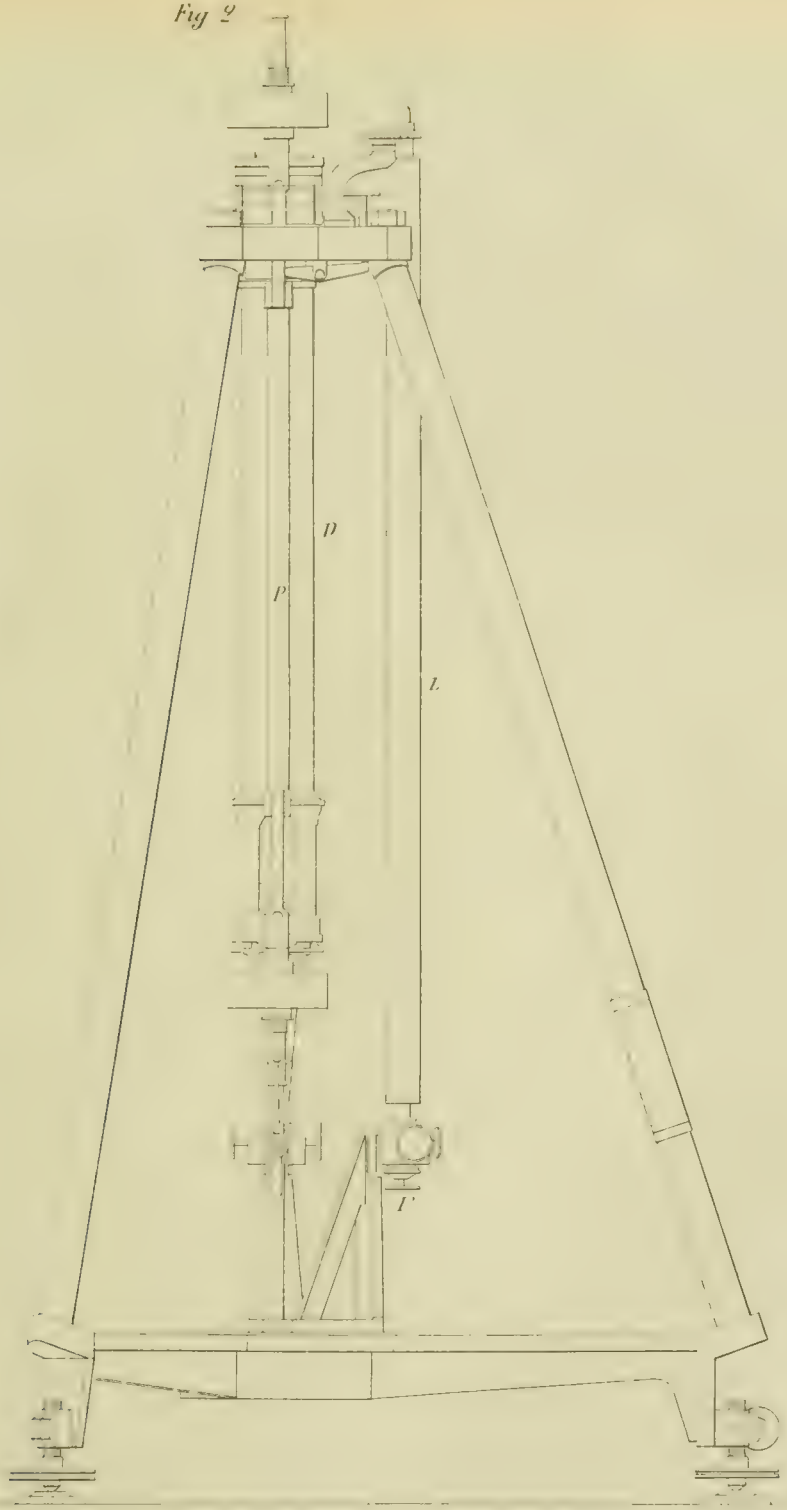


Fig 4

Fig 6

Fig 5

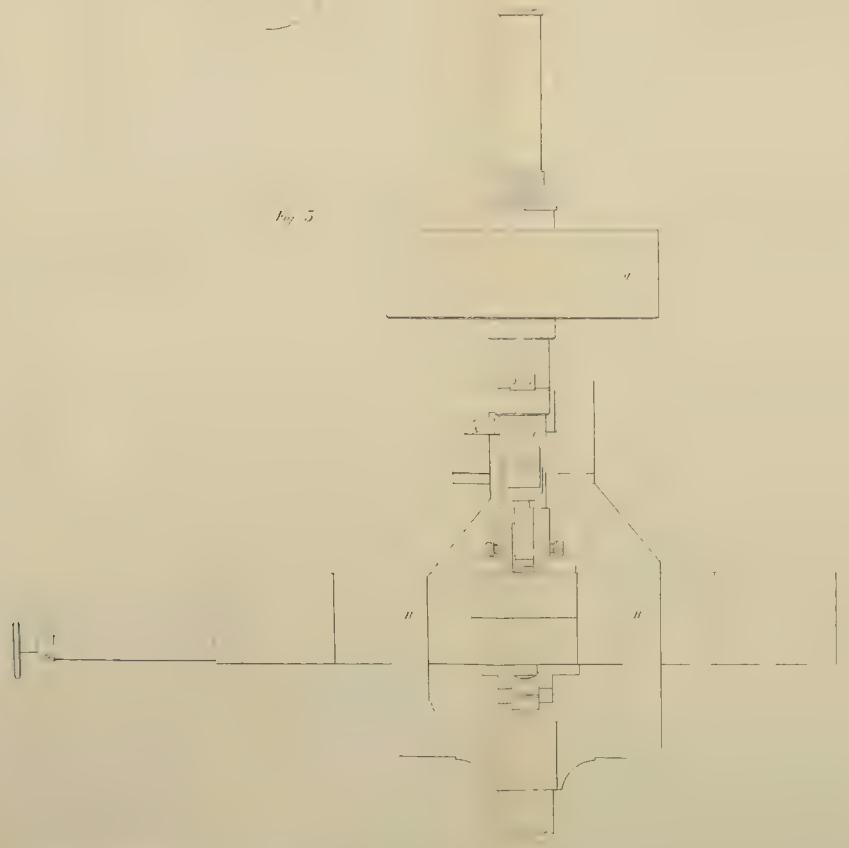


Fig 5

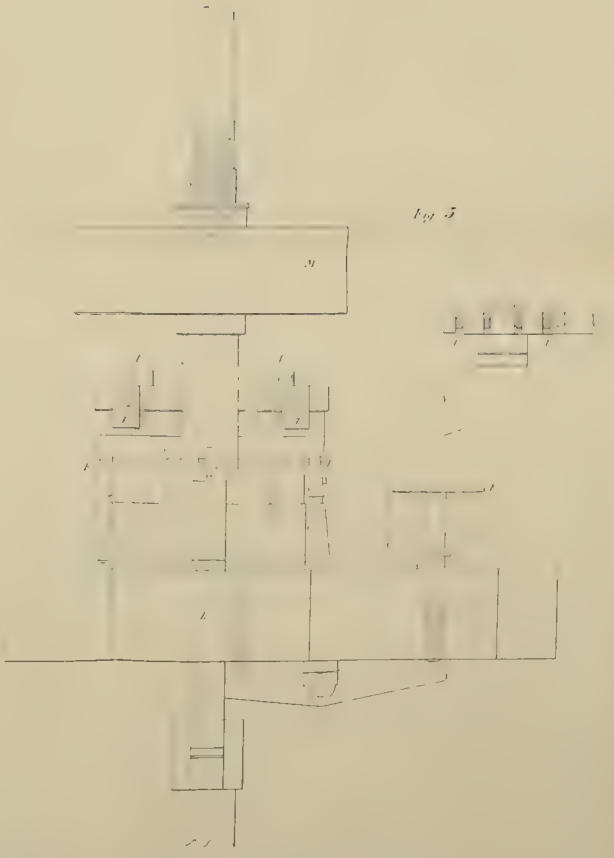


Fig 1.

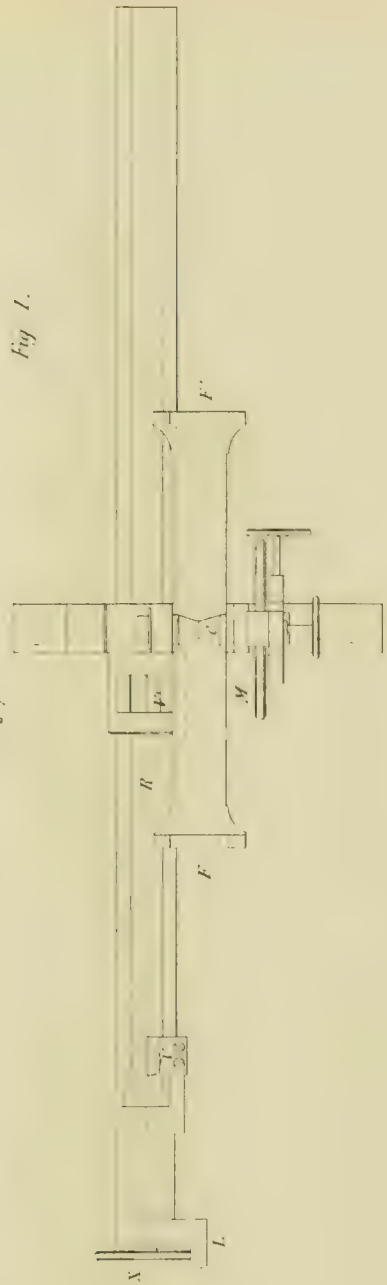


Fig 2

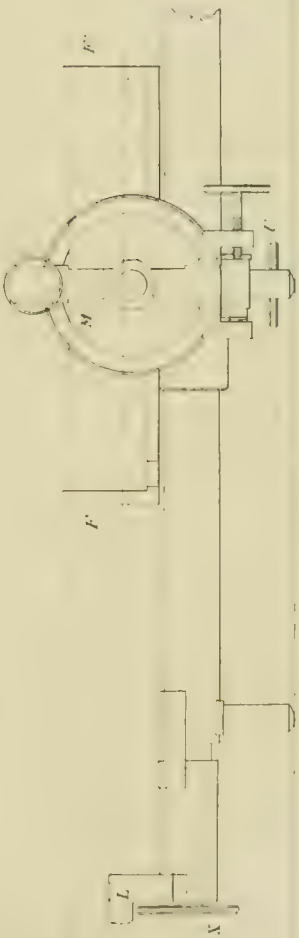
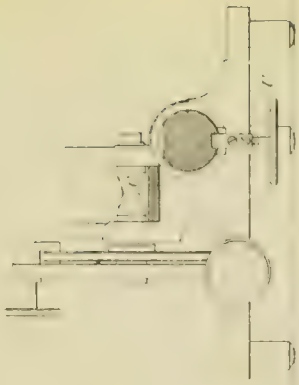


Fig 3.



RAPPORT

SUR LES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET

D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

DEPUIS JUILLET 1865 A JUIN 1866

PAR

M. LE DOCTEUR GOSSE

PRÉSIDENT

Lu à la Société dans sa séance du 7 juin 1866.

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Le règlement qui nous régit m'impose l'obligation de vous retracer les principaux sujets qui ont occupé notre Société dans l'année qui vient de s'écouler. Je viens m'acquitter de cette tâche officielle.

Le nombre considérable des communications faites à la Société dans dix-huit de ses séances, tout en mettant en relief l'intérêt scientifique et le zèle toujours croissant qui ont animé nos réunions périodiques, m'ont forcé de restreindre cet exposé à celles de ces communications dues à l'initiative de nos membres; mais ce résumé aura du moins l'avantage d'être consciencieux, grâces aux excellents procès-verbaux de notre digne secrétaire, M. Alexandre Prévost.

Sans rien changer au plan suivi dans les années précédentes, je me suis seulement permis d'ajouter la date de chaque communication, afin de conserver à leurs auteurs la priorité qui leur était acquise.

Sciences Physiques.

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE ET THÉORIQUE.

M. le professeur Wartmann décrit (7 septembre 1865) une *pompe pneumatique à mercure* pour *la construction des tubes de Geissler, des baromètres et des instruments qui réclament un vide aussi parfait que possible.* Il rappelle, que le premier appareil pratique destiné à produire ce vide est dû à M. Welsh et qu'il l'a appliqué dans l'atelier de Kew.

Dans un numéro récent de ses *Annalen*, M. Poggendorf a publié une modification à la pompe de Geissler, qui exige l'emploi d'une pompe ordinaire et d'une grande quantité de mercure. En l'absence d'une description détaillée de l'instrument dont se sert l'artiste de Bonn, M. Wartmann en a construit un, dont toutes les parties sont fixes et qui ne requiert qu'une quantité modérée de mercure.

Un siphon en fer étiré, à branches verticales, communiquant par un tube inférieur muni d'un robinet, sert à remplir totalement de mercure le récipient qu'on veut vider d'air. Le mercure y arrive par injection, de bas en haut, et l'action de la chaleur suffit à chasser les vapeurs et l'air adhérant aux parois. Le tube plein est fermé par un robinet supérieur, vidé de mercure par le robinet inférieur et définitivement clos (après avoir reçu au moyen d'un tube latéral, tel gaz raréfié qu'il doit contenir) par la fusion au chalumeau de ses deux extrémités tubulaires.

Le même membre lit un mémoire (5 octobre 1865) *sur la distance explosive maximum entre des électrodes identiques pour le courant induit d'ouverture de l'appareil Ruhmkorff.* Il a constaté que l'étincelle est la plus longue, lorsqu'elle jaillit entre l'électrode extérieur positif et l'intérieur négatif. Il y a donc ici une influence du sens de la décharge, qui n'existe pas dans la batterie électrique. L'explication de ce fait singulier se trouve, dans l'indifférence d'accumulation et de tension de l'électricité aux deux extrémités du fil induit et dans l'élévation de la température, dont le pôle négatif est le siége.

M. Wartmann communique (16 novembre 1865) quelques observations qu'il a faites, *sur l'apparence de l'étincelle produite dans le vide par des courants d'induction*. Cette étincelle s'allonge; au pôle positif, elle présente quelquefois une effluve rougeâtre, et au pôle négatif elle devient violette. En employant pour l'électrode un cylindre de fer doux, l'effluve rougeâtre était environnée d'une auréole violacée. A l'occasion de ces recherches, il annonce (7 décembre 1865) qu'il s'est servi d'un tube de verre, ayant deux chambres concentriques sans communication entre elles et renfermant chacune des traces d'un gaz différent du gaz de l'autre. L'électrode positif était dans l'une des chambres, le négatif dans l'autre. Lorsqu'on se sert dans ce cas d'une bobine puissante, on peut renverser le cours du courant sans changer l'apparence colorée aux deux pôles.

Il ajoute que, contrairement à ce qu'affirment les fabricants de tubes de Geissler, il a trouvé que, par la suite du temps, le vide ne s'y perfectionne pas, et que les tubes perdent au contraire de leur efficacité.

Il fait aussi remarquer que, d'après de nouvelles recherches, il a vu le magnétisme n'exercer aucune influence sur les raies du spectre, ce qui est la confirmation des conclusions qu'il avait posées plusieurs années auparavant.

M. le professeur Volpicelli, membre honoraire de la Société (présent à la séance du 7 septembre 1865), fait observer que l'on a de nombreux travaux sur la quantité d'électricité atmosphérique, mais que l'on a peu étudié la nature de cette électricité. Il croit avoir observé une période qualitative diurne dans l'électricité atmosphérique, un passage quotidien du positif au négatif. Il pense que pour ce genre de recherches il faut revenir à la méthode de Franklin.

M. le professeur Marignac, à l'occasion de travaux publiés en France sur l'*aviation* et les *aviateurs*, soutient (5 octobre 1865) que leurs auteurs sont partis de données entièrement fausses sur la quantité de travail nécessaire pour qu'une machine à voler puisse se soutenir en l'air. Suivant ses calculs, dans une machine de ce genre, le rapport de la force

motrice au poids soulevé varie comme la racine carrée de la section des ailes. La force motrice doit augmenter proportionnellement au carré du poids soulevé, ce qui est une condition défavorable à la réalisation de pareilles machines. Il en résulte que, si tous les oiseaux avaient la même forme et la même structure, ce seraient les plus grands qui auraient le vol le moins facile.

M. Cellérier présente un mémoire (2 novembre 1865) *sur la mesure de la pesanteur au moyen du pendule à réversion de Bessel.* Il fait remarquer que, pour ce genre d'observations, il faut atteindre une exactitude relative d'au moins un cent millième. En laissant de côté les erreurs tenant à des mesures de temps, les autres se trouvent agir sur le pendule à réversion, de façon que l'altération qui en résulte dans la durée des oscillations, suivant les deux modes de suspension propres à cet appareil, soit constamment dans le même rapport, et que l'altération qui résulte, dans les deux cas, du défaut de distance du couteau, soit également dans le même rapport. Au moyen des deux observations de durée, on peut ainsi éliminer à la fois toutes ces petites altérations et connaître la durée réduite au vide. Ce résultat a une grande importance parce que les mouvements accidentels de l'air n'ont jamais pu être exactement appréciés. L'appareil de Bessel peut ainsi amener une rectification dans la valeur attribuée à la pesanteur.

M. le général Dufour (21 décembre 1865) donne des détails *sur le nivellement direct qui s'exécute aujourd'hui en Suisse.* La plaque scellée sur la pierre du Niton, à Genève, servira de point de repaire. Il y aura des cotes négatives, car Bâle est à peu près à 200 mètres plus bas.

M. le professeur Plantamour fait part (21 décembre 1865 et 10 janvier 1866) des résultats auxquels on est arrivé dans les opérations de ce nivellement, avec les instruments excellents construits à Aarau par M. Kern, et dont la mire en particulier est très-perfectionnée. Ces opérations, faites d'accord avec la Commission géodésique internationale, se lient à l'arc du méridien, à l'étude de la pesanteur et à celle de la forme du sphéroïde terrestre.

Dans les régions dont les pentes ne sont pas très-fortes, on nivelle trois ou quatre kilomètres par jour, et l'erreur n'est guère que de deux ou trois millimètres par kilomètre. Jusqu'ici on a nivelé de Neuchâtel à Chaumont et au Chasseral, puis par le val de Ruz, la Chaux-de-Fonds et le Locle jusqu'à Morteau, de Nyon à Saint-Cergues et aux Rousses, et de Genève à Morges et Neuchâtel. Le polygone de nivellement qui relie Neuchâtel avec la Chaux-de-Fonds et Saint-Imier, a environ 61 kilomètres de développement, et il s'est clos avec une erreur de 14 millimètres seulement.

En s'occupant à relier la pierre du Niton avec le limnimètre sur le quai, on a trouvé que la colonne a dû s'enfoncer dans dix-huit mois de plus de 5 centimètres. Cela est dû au tassement de l'ancien lit du lac sur lequel le nouveau quai est construit.

Le même membre fait part à la Société (15 mars 1866) de la suite de ses recherches *sur la détermination de la valeur de la pesanteur au moyen du pendule de Repsold*. Il a réussi à éliminer encore quelques causes d'erreur et à prolonger considérablement la durée de chaque expérience. Au lieu de n'observer que des séries de 500 oscillations durant six à sept minutes, il a continué ses observations pendant quarante minutes environ, ce qui lui donnait près de 3000 oscillations. Ces nouvelles observations ont porté à 9 mètres 80381 la valeur de la pesanteur à Genève, résultat qu'on peut considérer comme exact à $\frac{1}{490000}$ près.

M. Perrot annonce (4 janvier 1866) qu'il a réussi à faire construire un fourneau pour la fonte des matières d'or et d'argent, chauffé par le gaz d'éclairage.

M. Philippe Plantamour fixe l'attention de la Société (10 janvier 1866) sur un fait qui intéresse l'horlogerie et qu'il a observé, savoir : que dans les pendules à échappement à ancre, c'est l'ancre en acier qui est burinée par la roue en laiton, et que dans les montres, l'ancre en rubis est entamée par les dents de la roue en acier.

M. le professeur de la Rive rend compte (1er mars 1866) des travaux faits par M. le professeur Dufour de Lausanne, au nom de la Commis-

sion de la Société helvétique, chargée *de l'étude des courants électriques terrestres.* Après avoir exposé les difficultés qu'on rencontre dans l'observation de ces courants, ainsi que les moyens employés par M. Dufour pour en triompher, M. de la Rive annonce qu'il existe presque constamment un courant électrique allant de Berne à Lausanne, c'est-à-dire du Nord au Sud; cependant il se produit quelquefois en sens inverse. M. Dufour a bien démontré que ce ne sont pas des courants thermo-électriques. L'existence à peu près constante de ces courants, allant du pôle à l'équateur, se relie à la production continuelle de l'aurore boréale. Quand ces phénomènes augmentent d'intensité et deviennent visibles dans des latitudes peu élevées, les courants terrestres deviennent aussi plus intenses.

Le même membre ayant repris dernièrement (5 avril 1866) un travail, sur l'étude des phénomènes qu'il avait observés dans les plaques de verre soumises à une simple décharge d'un appareil de Ruhmkorff, a été conduit à répéter l'expérience bien connue des lames de verre comprimées, qui jouissent, tant que dure la compression, de certaines propriétés optiques. Dans une de ces expériences, la compression ayant été trop brusque, un éclat de verre se détacha de la lame qui, bien que soustraite à la compression, a conservé les propriétés optiques qui lui avaient été communiquées.

Enfin dans la même séance, M. de la Rive donne quelques détails sur les expériences qu'il a faites, pour chercher à expliquer *le phénomène des mouvements vibratoires que détermine, dans le corps conducteur, l'action combinée du magnétisme et des courants discontinus.* Il est arrivé à démontrer que les corps conducteurs transmettent l'électricité par des décharges moléculaires, analogues à de petits arcs voltaïques. Le son produit, lorsqu'on fait usage de courants discontinus et d'un aimant puissant, n'est pas dû à la vibration du corps conducteur, mais bien aux vibrations des molécules de ce corps, qui sont sous l'influence de l'aimant; aussi, pour reproduire le phénomène, peut-on opérer sur des poussières métalliques, ou bien encore sur une colonne de mercure.

M. le docteur Dor (5 avril 1866) attire l'attention sur la baisse qu'ont subie les eaux du lac à la fin de l'hiver, et qui paraît avoir suivi l'enlèvement du barrage du Rhône à Genève. Cette baisse est maintenant générale. Elle s'est fait sentir d'abord à Nyon, puis successivement à Rolle, à Ouchy et à Vevey.

M. le colonel Gautier (3 mai), en réponse à l'observation de M. Dor, dit qu'il a comparé les hauteurs des eaux cotées aux limnimètres de Genève et de Vevey, pendant les mois de février et de mars. Il croit, avec M. le général Dufour, que l'effet du barrage sur le niveau du lac ne peut être que très-restreint.

MÉTÉOROLOGIE

M. le professeur Gautier lit une note (7 septembre 1865), *sur les résultats des observations météorologiques faites, en 1864, dans 76 stations suisses*, sous le rapport des températures et des quantités d'eau tombées. A cette note est joint un tableau des moyennes thermométriques annuelles et pendant les quatre saisons, ainsi que des quantités annuelles de pluie et de neige dans ces stations. On y voit la confirmation de ce qu'avait déjà constaté M. le professeur Plantamour, savoir : qu'à hauteurs égales, la température des stations suisses, au Sud de la grande chaîne des Alpes, est plus élevée d'environ trois degrés centigrades que celle des stations au Nord de la chaîne. Il y a du côté du Nord de la chaîne et sur des points assez voisins de notables inégalités de température. Il y a aussi, pour les quantités annuelles d'eau tombée, de grandes différences entre des stations assez voisines et situées à peu près à la même hauteur.

M. le docteur Lombard, appliquant les *règles de la statistique à l'influence des saisons sur la mortalité*, communique (7 décembre 1865) un des résultats de ses travaux, savoir : que dans la zone tempérée habitable, le froid augmente la mortalité et plus particulièrement celle des enfants, dans les deux années qui suivent la naissance. Ainsi il y a plus de décès en hiver qu'en été. A Genève, le mois de février est, sous ce rapport, le plus mauvais; le mois de septembre le plus sain. Partout

cependant où règne la fièvre intermittente (le malaria), il y a exception à la règle, et la plus forte mortalité a lieu par les chaleurs. On observe cette exception, même dans les pays froids, tels que la Suède et l'Irlande. Les documents officiels venus d'Australie, du Chili, etc., viennent à l'appui de la règle générale dans l'hémisphère austral.

M. le professeur Plantamour (10 janvier 1866) fait ressortir l'anomalie qui a eu lieu au Saint-Bernard dans le mois de décembre dernier. Pendant plusieurs jours consécutifs, la température y a été de deux degrés plus élevée qu'à Genève, et il se demande si la couche de brouillards, qui couvrait alors les vallées, n'a pas pu contribuer à réchauffer les montagnes, en réfléchissant les rayons solaires.

M. le professeur Favre communique (1er février 1866) des détails sur la station de Saint-Théodule en Valais, où trois guides se sont installés depuis le 1er août dernier pour y faire des observations météorologiques pendant un an. L'hiver actuel paraît y avoir été assez doux jusqu'ici. Il y a eu des jours, en décembre, où la température a été probablement supérieure à celle de Genève.

CHIMIE.

M. Louis Soret fait part (2 et 16 novembre 1865) des résultats auxquels il est parvenu, dans ses recherches *sur la densité de l'Ozone*, sujet sur lequel il a déjà publié un travail dans les *Archives* de la *Bibliothèque Universelle* en 1863. Il fait connaître aujourd'hui deux nouvelles séries d'expériences. — Dans la première, il s'occupe de la diffusion de l'ozone et prouve que cette diffusion s'opère et que l'ozone se comporte comme un gaz plus dense que l'oxygène. — Dans la seconde, il a recherché s'il n'existe pas de corps, absorbant réellement l'ozone, au lieu de le dissocier en n'en absorbant qu'une partie, comme cela a lieu avec l'iodure de potassium, et il a reconnu que l'essence de térébenthine était la substance la plus favorable pour opérer cette absorption. L'oxygène ozoné, lorsqu'on le traite par cette essence, subit une diminution très-notable de volume, qui est à peu près le double du volume d'oxygène qu'absorbe

l'iodure de potassium. Cela confirmerait l'hypothèse que la molécule d'ozone est composée de trois atomes d'oxygène, et que, par conséquent, la densité théorique de l'ozone serait 1 $\frac{1}{2}$ fois celle de l'oxygène. Continuant ses recherches, il a reconnu, dans l'essence de cannelle, une substance non moins favorable que l'essence de térébenthine pour opérer l'absorption de l'ozone, et, comparant la diminution du gaz ozoné, traité par ces essences, avec l'augmentation de volume que le même gaz éprouve par l'action de la chaleur, il est arrivé à conclure avec plus d'exactitude, qu'en effet la densité de l'ozone est une fois et demie celle de l'oxygène.

M. Delafontaine (1er février 1866), après avoir rappelé que ses travaux précédents ont confirmé ceux de Mosander sur l'Yttria, la Terbine et l'Erbine, explique comment il a pu arriver à MM. Bunsen et Bæhr de ne pas reconnaître ces trois terres. Ses dernières recherches, tout en confirmant ses travaux précédents et par conséquent aussi les résultats obtenus par Mosander, lui font voir que MM. Bunsen et Bæhr, qui nient l'existence de la Terbine, ont eu cependant cette terre entre leurs mains, mais qu'ils l'ont prise pour l'Erbine.

M. le professeur Marignac (15 février 1866) appelle l'attention des chimistes *sur le danger qu'offre le contact avec la peau du sel double de Fluorure de Niobium et de Potassium.* Ce sel produit une altération de la peau, sous forme de rougeurs et d'éruptions, accompagnées de démangeaisons et qui peuvent persister sans diminution six mois après l'accident.

M. le professeur Wartmann (15 mai 1866) attire également l'attention de la Société, *sur les dangers d'explosion que présente l'Oxalate d'argent.* MM. Marignac et Perrot pensent que les explosions, signalées par M. Wartmann, sont dues à la présence de matières organiques mélangées à l'oxalate.

Sciences Naturelles.

GÉOLOGIE.

M. le professeur Favre, membre de la Commission géologique fédérale, présente (10 janvier 1866) une carte géologique des environs de Brugg, levée par M. Mœsch et qui fait partie de celles publiées par cette Commission.

M. de Loriol lit un mémoire (15 mars 1866), *sur les dépôts jurassiques supérieurs, et en particulier sur ceux des environs de Boulogne-sur-Mer.* Soit en Angleterre, soit en France, les marnes à Ostrea virgula sont ordinairement surmontées par un ensemble de calcaires plus ou moins compacts, quelquefois coralliens, recouverts à leur tour par des dépôts de Purbeck. Ces couches représentent le Portlandien proprement dit, et renferment en Angleterre une faune très-spéciale, dont la Trigonia gibbosa est un des fossiles caractéristiques. A Boulogne, on trouve des couches analogues à celles des Purbecks-beds, au-dessous desquelles les bancs de calcaire, de sable, quelquefois d'argile, sont l'équivalent du Portlandien anglais et renferment plusieurs de ses fossiles caractéristiques, entre autres la Trigonia gibbosa. A mesure que l'on descend dans la série des couches, on voit diminuer le nombre des espèces du Portlandien anglais et augmenter celui des espèces du Kimméridien. — Immédiatement au-dessus des marnes à Ostrea virgula, se trouve un banc de calcaire avec l'Ammonites gigas (Zieten), lequel termine la série des couches qu'on peut considérer comme l'équivalent du Portlandien anglais, ou plutôt comme la partie supérieure du groupe Kimméridien, dont les Portland-beds ne seraient qu'un facies local. Les assises inférieures de cet ensemble ont été traversées par le chemin de fer de Boulogne à Calais, dont les tranchées ont mis au jour de nombreux fossiles dans un état de conservation remarquable, entre autres le Neritoma sinuosa (Morris) qui y est très-abondant [1].

[1] Voyez Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle, tome XIX, 1re partie, qui paraîtra plus tard.

M. Chaix communique (5 avril 1866) ses observations *sur le terrain volcanique de la rive gauche du Rhin, près d'Andernach.* — Ce terrain qu'il a parcouru et étudié s'étend sur une surface de 7 1/2 lieues du Nord au Sud, sur 3 3/4 lieues de l'Est à l'Ouest. Trente cônes arrondis au sommet sont les cratères d'autant de volcans éteints, s'élevant à un niveau moyen de 700 pieds au-dessus des lieux habités environnants, et ceux-ci sont à 500 pieds au-dessus de la mer. Les plaines sont formées de couches puissantes de cendres, de lapillis et de tufs volcaniques. A plus de 100 pieds au-dessous de ces dépôts, on exploite près de Niedermending un banc épais de lave basaltique pour pierres meulières. — Au centre de la région volcanique, le lac de Laach, de forme circulaire, a une superficie de 338 hectares, une profondeur de 177 pieds et un niveau de 847 pieds au-dessus de la mer, depuis que la construction d'un émissaire souterrain l'a abaissé de 18 pieds. Outre ce lac, on compte une trentaine d'anciens cratères, convertis en bassins lacustres plus ou moins desséchés, surtout plus nombreux dans une deuxième région volcanique, plus à l'Ouest que la première et au Nord de Trèves.

BOTANIQUE.

M. Marc Micheli fait parvenir (6 juillet 1865) des observations *sur les étamines dans la famille des Ericacées.* — Dans quelques genres de cette famille, les étamines sont pourvues d'appendices de formes très-variables; tantôt ce sont de longues arêtes, tantôt des arêtes membraneuses, tantôt de simples petits renflements. Observés au microscope, il a trouvé que, quelle que soit leur apparence extérieure, leur structure interne est toujours la même. Sous une couche d'épiderme, on trouve une certaine quantité de cellules spirales. Le tissu qu'elles forment se prolonge à une certaine distance le long des parois des loges de l'anthère. La distribution de ces appendices dans les genres et les tribus de la famille ne suit aucune règle. Deux genres voisins, deux espèces voisines peuvent différer sous ce rapport.

M. le pasteur Duby (15 octobre 1865), à l'occasion d'un champignon

de la vigne sur lequel il a lu une notice il y a trente et un ans, dit ne l'avoir plus rencontré dès lors, mais il est très-abondant cette année. MM. de Candolle et Muller attribuent à la sécheresse qui a régné la possibilité du développement des spores. Le même membre, en rendant compte (1er mars 1866) des recherches nouvelles de MM. Bary et Allié sur les Mucédinées, rappelle que lorsqu'on sème des spores de Mucor-mucedo sur des substances différentes, on voit se développer des formes de moisissures complétement différentes et qu'on avait classées jusqu'ici dans des genres différents. Il est donc probable que plus de vingt genres de Mucédinées doivent disparaître. Ces mêmes spores, semées dans l'eau, peuvent produire jusqu'à des algues.

A l'appui de ces observations, M. le professeur de Candolle ajoute, que son père avait déjà remarqué, à Annonay, que les champignons qui se développaient sur de vieux chiffons variaient suivant la provenance des chiffons. A Paris, les marchands de fromage lui avaient affirmé que les moisissures variaient sur les fromages, selon la partie de la France d'où ils venaient.

M. le docteur Muller (2 novembre 1865) entre dans des détails *sur l'inflorescence du genre Dalechampia*. Cette inflorescence se compose d'un involucre général comprimé, formé par trois paires de bractées décussées. L'involucre renferme des fleurs des deux sexes. Après avoir décrit avec soin la position des fleurs femelles et mâles, M. Muller compare cette inflorescence avec celle du genre Euphorbia, dont l'involucre est quinconçal, et fait voir par des diagrammes que dans les Euphorbes la position relative des deux sexes présente le contraire de ce qui existe dans les Dalechampias, le sommet étant occupé chez les Euphorbes par une fleur femelle et non par des fleurs mâles. Rapprochant la fleur mâle du Dalechampia, qui est polyandre et pourvue d'un calice et d'un pédicelle articulé, des fleurs mâles des Euphorbes qui sont monandres et dépourvues de calice, et tenant compte de la disposition des fleurs des genres Dactylostemon et Actinostemon, M. Muller arrive à admettre que la partie située au-dessus de l'articulation des fleurs mâles des

Euphorbes doit être envisagée comme axe, c'est-à-dire comme partie du pédicelle articulé et dépourvu de calice, ou bien encore, comme un prolongement du réceptacle portant à son sommet une anthère sessile. Il n'y aurait alors plus rien de très-paradoxal, et l'on n'aurait plus qu'une fleur monandre, dont le filament serait aussi gros et parfois plus gros que le pédicelle.

Le même membre annonce (21 décembre 1865) que dans le genre Macaranga de la famille des Euphorbiacées, il a rencontré des individus qui offraient, sur la même fleur, des étamines à trois loges et à quatre loges. Cela fait tomber le genre Pachystemon, qui ne se distingue plus par aucun caractère du genre Macaranga.

Enfin M. Muller (3 mai 1866) parle des *caractères secondaires de l'estivation du calice*, qui permettent, même longtemps après l'épanouissement des fleurs, de reconnaître de quelle manière doivent avoir été disposés les lobes du calice ou les sépales, à l'époque des boutons. — Dans l'estivation valvaire, ces lobes ou sépales sont tous équidistants de l'arc de la fleur, et, avant l'épanouissement du calice, chaque lobe, depuis la base jusqu'au sommet, touche son voisin par le tranchant non aminci de ses bords. Dans l'estivation imbricative, au contraire, les lobes ne sont point équidistants du centre, l'un des deux voisins étant toujours plus extérieur que l'autre, et l'un des bords recouvrant l'autre. Dans le premier cas, les lobes sont nécessairement acuminés pour pouvoir se rencontrer au sommet du calice et (si toutefois le calice est droit) ils ont nécessairement la même longueur et les bords, se touchant face à face dans un même plan, ne peuvent qu'être entiers. M. Muller établit donc que dans les fleurs déjà ouvertes chacun des cinq caractères suivants indique une estivation imbricative dans le bouton.

1° Sépales ou lobes du calice étant alternativement d'une égale longueur.
2° » » » étant arrondis au sommet.
3° » » » étant amincis, membraneux ou scarieux sur leurs bords.

4° Sépales ou lobes du calice étant diversement dentés, lobés, laciniés, ou autrement divisés.

5° » » » ayant des poils (particuliers) marginaux situés dans le plan même des lobes.

M. Casimir de Candolle fait parvenir (4 janvier 1866) à la Société un mémoire sur la *famille des Pipéracées*, qui doit faire partie du Prodromus.

L'auteur divise la famille en deux groupes, les Pipéromiées et les Pipériées, d'après l'organisation de la tige. Traitant de l'évolution des feuilles et de leur structure, il établit: que les prétendues stipules opposées aux feuilles sont des prophylles; que le mode d'évolution des bourgeons et la disposition des feuilles expliquent l'irrégularité des limbes. Quant à la nervation, elle est dans cette famille penninerve ou digitinerve; mais ces deux systèmes rentrent dans le même type, de même que les nervations intermédiaires dites multiplinerves. En effet, si l'on fait des sections dans la feuille à diverses distances du pétiole, on voit les nervures latérales partir des bords de la nervure médiane, et toutes les nervures sont formées du prolongement des couches externes des faisceaux périphériques des rameaux. En comparant la distribution des faisceaux dans le rameau et dans la feuille, on aperçoit certaines analogies entre ces deux organes qu'on considère communément comme très-divers. La feuille offre des analogues de l'écorce, du système ligneux et de la moelle, souvent elle représente un rameau aplati. L'auteur termine par un exposé de la classification, dans laquelle il réduit considérablement le nombre des genres admis par quelques botanistes.

M. Edmond Boissier montre (1er février 1866) des exemplaires de trois espèces de plantes découvertes récemment, qui offrent ceci de remarquable, qu'elles ont été trouvées dans des régions très-éloignées de celles qu'habitent toutes les autres espèces de chaque famille à laquelle elles appartiennent. C'est d'abord une *Dioscorea pyrenaica*, espèce européenne et alpine trouvée dans les Pyrénées; puis un *Pelargonium* découvert dans la chaîne du Taurus, tandis que presque toutes les espèces viennent du Cap, sauf quelques espèces provenant de la Nouvelle-

Hollande. Enfin M. Boissier vient de trouver un *Pilostyle* sur une plante de l'Astragale épineux, qui lui avait été rapportée d'Orient par M. Haussknecht, botaniste.

M. le professeur de Candolle informe (1er mars 1866) qu'en étudiant le genre *Begonia*, on y reconnaît 57 sous-genres très-naturels. — En général, plus les groupes d'un genre sont bien établis et caractérisés, plus on reconnaît que ces groupes sont cantonnés géographiquement. Les espèces africaines des Bégonias sont en général très-différentes de celles des autres régions équatoriales et en particulier de celles du Brésil. Il lui paraît donc probable que le sillon profond qui sépare l'Amérique de l'Afrique existait depuis des époques géologiques très-anciennes.

ZOOLOGIE.

M. le docteur Claparède communique (6 juillet 1865) le résultat d'observations qu'il a faites récemment chez les *Rotateurs*, pour expliquer le mécanisme de leur alimentation. Il montre que les cils de l'organe rotateur ne contribuent point directement à l'afflux des liquides vers la bouche. Ils engendrent seulement des courants fermés, voisins d'une ellipse perpendiculaire au plan de l'organe vibratile et tangents au bord cilié de cet organe. Ces courants rasent un sillon sous le bord de l'organe rotateur et parallèle à ce bord. Une partie des molécules entraînées par ces courants fermés, pénètrent dans le sillon et sont conduites de là dans la bouche par une rangée de cils secondaires. Cette seconde rangée de cils offre en effet un mouvement opposé dans les deux organes rotateurs des Rotifères et dans les deux lobes de l'organe unique chez les Mélicertes. Chez tous ceux de ces animaux chez lesquels l'organe rotateur est double, comme chez les Rotifères, le mouvement apparent est identique dans les deux organes, à savoir inverse de celui des aiguilles d'une montre. La bouche étant placée entre les deux organes, il est impossible que tous deux amènent les particules nutritives à la bouche, et pourtant l'observation directe enseigne, que les aliments se précipitent de droite et de gauche dans l'ouverture buccale. La même

contradiction se présente chez les Rotateurs à organe unique, mais bilobé, avec la bouche sous l'échancrure, comme chez les Mélicertes, par exemple. En effet, le mouvement passe du lobe droit au lobe gauche, en conservant la même direction. Il est par conséquent dirigé vers la bouche dans le premier, et loin de la bouche dans le second; néanmoins les particules nutritives affluent des deux côtés dans la bouche.

Le même membre (4 janvier 1866), après avoir rappelé les dernières recherches de MM. Mecznikoff et Leuckart sur les transformations des Nématoïdes, décrit l'histoire des divers états de l'*Ascaris nigro venosa;* il entre aussi dans des détails sur le développement du *Cucullant* du brochet et de la perche, et sur celui de l'*Olulant* du chat.

M. Lunel lit un mémoire (5 octobre 1865) sur le *genre Brama*[1], genre de poisson jusqu'ici mal étudié et sur une espèce nouvelle apportée de l'île de Cuba par H. de Saussure, et à laquelle l'auteur a donné le nom de *Brama Saussurei.* Dans ce travail intéressant, accompagné de planches et de détails anatomiques nouveaux, l'auteur fait surtout ressortir les différences très-remarquables qu'offrent les écailles dans ce groupe de poissons, différences qui fournissent d'excellents caractères spécifiques.

M. Victor Fatio (5 octobre 1865), parlant d'expériences qu'il a faites pour constater le genre d'utilité des cavités d'air dans les os des oiseaux, a reconnu que ces cavités, quoique percées, n'avaient pas notablement affecté la faculté de voler.

Le même membre lit un mémoire (1er février 1866) *sur les changements de coloration dans les plumes des oiseaux.* Après avoir étudié la structure et le développement des plumes, l'auteur analyse les causes qui peuvent faire changer la coloration dans une même plume, sans qu'il y ait de mue. Il cherche à expliquer la variété des couleurs et des reflets par le jeu de la lumière tombant sur des parties différemment développées. Il trouve en automne, dans chaque plume, une couleur apparente et une couleur latente, et attribue la coloration brillante du

[1] Voyez les Mémoires de la Société de physique et d'histoire natur., 2me partie, tome XVIII, p. 165.

printemps à la dissolution intérieure des granules pigmentaires existants dans l'intérieur des tissus. L'humidité de l'air ambiant tend à gonfler la substance corticale des plumes, en même temps que la graisse du corps vient dissoudre le pigment latent, qui se répand et colore la plume de la périphérie au centre. Les extrémités se dessèchent et laissent apparaître les portions qui se colorent peu à peu. — M. Fatio distingue trois espèces de plumes; les ordinaires, qui contiennent un pigment de la couleur qu'elles affectent quand on les voit soit par transparence, soit à la lumière incidente; les plumes optiques qui présentent des reflets et contiennent un pigment brun; enfin les plumes émaillées qui, toujours bleues, contiennent un pigment noirâtre. Or, dans les plumes ordinaires et dans les plumes émaillées, ce sont les barbes qui se développent, tandis que dans les plumes optiques, ce sont les barbules qui se gonflent. L'auteur attribue les effets lumineux à un phénomène d'interférence, il compare aux anneaux colorés, les lignes alternativement brillantes et obscures, que montrent à la lumière incidente les segments et les cloisons séparatrices des barbules optiques, et il explique la couleur bleue des barbes émaillées par le passage au travers d'une couche transparente colorée, des rayons réfléchis en dessous par une couche foncée et autrement pigmentée. — Il fait observer qu'il ne faut pas confondre les phénomènes dont il vient de rendre compte, ni avec ceux de décoloration qu'on voit chez quelques palmipèdes, décoloration accompagnée de la sortie du pigment, ni avec la coloration extérieure provenant de frottement chez certains oiseaux, ni avec la décoloration qui s'opère dans les collections par la saponification des graisses. Enfin, rejetant toute idée d'un renouvellement de vie dans la plume lors de sa seconde coloration, l'auteur trouve dans ses observations des explications soit de l'albinisme, soit surtout des variétés locales [1].

M. H. de Saussure fait hommage à la Société (7 décembre 1865) d'un ouvrage qu'il a publié en collaboration avec M. Sichel et intitulé : *Catalogus specierum generis Scolia.* — Il ajoute que, chez les Scolies, les

[1] Voyez les Mémoires de la Société de physique et d'histoire natur., 2me partie, tome XVIII, p. 249.

femelles varient quelquefois beaucoup entre elles, tandis que les mâles changent peu; en sorte qu'on pourrait dire, dans certains genres, que les femelles sont d'espèces différentes, tandis que les mâles sont tous d'une même espèce. Cela s'explique par le fait, que les mâles n'existent guère que pour accomplir l'acte de la génération, tandis que les femelles, entrant en lutte avec les circonstances environnantes dans l'accomplissement de leurs fonctions, en éprouvent les effets modifiants.

M. Humbert fait remarquer, qu'il y a certains groupes de crustacés dans lesquels ce sont au contraire les mâles qui varient, les femelles restant les mêmes, ce qui tient vraisemblablement au rôle différent que jouent les mâles dans la lutte de la vie.

M. le docteur Muller fait une observation de même nature, relative aux organes mâles et femelles des fleurs.

M. Edouard Pictet, notre nouveau collègue, fait hommage à la Société (4 janvier 1866) de son *Synopsis des Névroptères d'Espagne.*

PERSONNEL.

Décès.

Nous avons malheureusement à enregistrer la perte regrettable de trois de nos honorables collègues, de M. Perrot, membre émérite, de M. Soret (Frédéric), membre ordinaire, et de M. le docteur Montagne, membre honoraire.

Louis Perrot était né à la Chaux-de-Fonds le 30 juin 1785. D'origine française, sa famille s'était fixée à Neuchâtel à l'époque de la Réformation. Tous les membres de cette famille avaient rempli les fonctions de pasteur jusqu'à son grand-père, qui était *maître bourgeois* à Neuchâtel. Son père, établi à la Chaux-de-Fonds, à la tête d'un commerce d'horlogerie, se consacra plus tard à des œuvres d'utilité publique, obtint des lettres de bourgeoisie et épousa une demoiselle Droz, fille du célèbre mécanicien de ce nom.

Louis Perrot fit ses premières études au collége de Neuchâtel. Lors-

qu'il eut douze ans, son père lui offrit de rester dans sa propriété de Commandrèche et d'y continuer ses études par lui-même. Il accepta la proposition avec empressement. Son goût pour l'histoire naturelle fut singulièrement développé par la lecture du *Spectacle de la Nature*, de l'abbé Pluche, livre qui, une cinquantaine d'années auparavant, avait produit sur le célèbre Bonnet une si vive impression.

Perrot profita si bien de son temps qu'à l'âge de dix-huit ans, lorsqu'il vint à Genève, il fut accueilli et encouragé par la plupart des savants distingués qui s'y trouvaient, et en particulier par le vénérable Huber l'aveugle. A vingt-deux ans, ses études botaniques étaient assez avancées pour que l'illustre de Candolle le prit avec lui, en 1807, dans un voyage au Midi de la France et aux Pyrénées. Un séjour de plusieurs mois qu'il fit ensuite à Paris, contribua également au développement scientifique du jeune Perrot, d'autant plus que celui qui avait bien voulu en faire son compagnon de route, le mit en rapport avec les savants de la capitale. De retour à Genève, il ne tarda pas à épouser sa cousine, M^lle^ Cécile Jaquet-Droz, et se fixa à Chambésy. Pendant plusieurs années, il fut assidu aux séances de la Société des Naturalistes, dont il avait été reçu membre en 1811. En 1815, il fut un des fondateurs de la Société helvétique des sciences naturelles et continua de porter l'intérêt le plus vif à cette institution. En 1817, il fut élu membre de notre société. La mort de M^e^ Perrot, arrivée en 1815, l'engagea à quitter Genève pour retourner à Neuchâtel. Là s'ouvrit pour lui une nouvelle carrière. Tout en conservant un goût prononcé pour les sciences naturelles, il abandonna peu à peu les recherches et les études auxquelles il s'était livré. Elu en 1816 député au Grand Conseil de ville (dit des 40), il fit partie de plusieurs Commissions d'utilité publique et fut nommé président de celle d'éducation. Après avoir noué des relations dans le pays et à l'étranger avec des hommes spéciaux, tels que Pestalozzi et le Père Girard, on le vit diriger à lui seul, pendant six mois, une des écoles de la ville, pour se rendre compte des avantages de l'enseignement mutuel et pour mettre les maîtres à même de poursuivre cette méthode.

Des divergences d'opinions au sujet de l'indépendance de l'Eglise et de l'Etat lui firent abandonner les fonctions publiques. Ses connaissances en histoire naturelle le portèrent alors vers l'agriculture; il s'occupa en particulier de la vigne et de l'amélioration des vins du pays. En reconnaissance de ces travaux, la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel le reçut, en 1844, au nombre de ses membres.

La botanique n'a pas été la seule branche des sciences naturelles qu'il cultivât; il a fait des travaux très-intéressants sur les poissons des lacs de Neuchâtel et de Genève, et sur ceux de la Méditerranée dans les parages de Nice, ainsi que des recherches sur les mœurs d'un grand nombre d'insectes, en particulier sur les abeilles, diverses espèces de guêpes et sur les frelons.

Aucun de ses travaux n'a été publié. Tous ceux qui l'ont connu savent combien il était modeste et sévère sur ses propres découvertes. Aussi, le plus souvent, lorsqu'il avait terminé un mémoire, au lieu de le faire connaître au public, il se contentait de le communiquer à des savants, ses amis. Il a donné ses herbiers et les poissons qu'il avait préparés à des personnes qu'il considérait comme mieux qualifiées que lui pour en tirer parti.

Il est probable, toutefois, que plusieurs des observations de Perrot eussent été entièrement nouvelles, si elles eussent été publiées à l'époque où elles avaient été faites. Nous n'en citerons qu'une qui ne manquerait pas d'un intérêt réel, si elle venait à se confirmer. C'est celle sur le *Ditisque*, sa larve et sa nymphe; après avoir décrit la position bizarre que prend cette dernière dans la cavité qu'elle se creuse dans l'argile, il continue, en donnant la description des phénomènes très-curieux qui se produisent, lorsqu'on tient cette nymphe dans la main. On éprouve en effet tous les symptômes physiologiques qui accompagnent les décharges galvaniques. Après s'être entouré de certaines précautions et avoir répété l'expérience sur des personnes non prévenues, il arriva à la conclusion qu'il se passe là réellement un phénomène électrique.

En 1826, Louis Perrot épousa en secondes noces M^lle^ Rosalie de Pour-

talès, de Neuchâtel, qui lui donna quatre enfants, deux filles et deux fils, dont le cadet, M. Adolphe Perrot, notre honorable collègue, s'est voué à la physique, à la grande satisfaction de son père.

En 1830, il revint définitivement se fixer à Genève. Dans les dernières années de sa vie, il employa tout son temps à des œuvres charitables et religieuses. Et certes il n'en était pas à son apprentissage. Déjà en 1817, animé d'une charité active, il s'était occupé de l'organisation des secours offerts aux classes pauvres, tant à Neuchâtel que dans certains villages de la Savoie, où la disette se faisait sentir, et pendant plusieurs semaines il fit alors sur lui-même des expériences, pour s'assurer de la quantité de nourriture strictement nécessaire au maintien de la santé et des forces physiques.

Cependant son dévouement charitable ne lui faisait point oublier les relations amicales qu'il avait formées avec les naturalistes suisses.

En 1865, dans sa quatre-vingtième année, il avait présent à sa mémoire tous les détails de la fondation de la Société helvétique des Sciences naturelles, et l'ayant rencontré quelques semaines avant l'anniversaire du 25 août, il me témoigna le plaisir qu'il éprouverait de prendre part à cette fête, ajoutant : *Si Dieu me prête vie.* Malgré sa bonne constitution, il devait en être autrement. Pendant un séjour à Neuchâtel et après une course faite avec un ami pour revoir en détail une localité où il avait passé son enfance, il tomba malade et fut enlevé en quelques jours à sa famille et à ses nombreux amis, le 9 juin.

Frédéric-Jacob Soret naquit le 13 mai 1795 à Saint-Pétersbourg. Sa famille, originaire de Blois, appartenait à ces protestants français qui vinrent chercher un asile à Genève, dans les persécutions religieuses du seizième et du dix-septième siècle.

Son père, peintre en émail distingué, établi à Saint-Pétersbourg, y avait épousé en 1792 M^lle^ Jeanne-Louise Duval et jouissait à la cour de l'impératrice Catherine et de l'impératrice Marie d'une réputation méritée.

Des motifs de santé engagèrent, en 1800, M. Soret père à quitter Saint-Pétersbourg et à revenir se fixer à Genève avec sa femme et ses deux fils, Frédéric et Nicolas. Frédéric, l'aîné des fils, entra en 1811 comme étudiant dans l'Académie de Genève, où il se signala par son amour de l'étude et par sa vive intelligence. La franchise et l'amabilité de son caractère ne tardèrent pas à lui concilier l'amitié de ses professeurs et de plusieurs physiciens et naturalistes, tels que Pictet, Prevost, Huber, Jurine et Tingry.

Quoiqu'en 1815 il eût embrassé la carrière ecclésiastique, il se livrait avec passion aux sciences naturelles et particulièrement à la minéralogie et à la géologie.

En 1816, il lut à la Société des Naturalistes, un travail sur la molasse des environs de Genève, où, contrairement à l'opinion de de Saussure, qui croyait que nos molasses étaient marines, il recueillit le premier des fossiles d'eau douce. Ce mémoire a paru dans le *Bulletin de la Société philomathique.*

En 1817 et 1818, il publia quelques mémoires minéralogiques qui furent insérés dans les *Annales des Mines.* En 1818, il fut reçu membre ordinaire de la Société de physique et d'histoire naturelle.

En 1819, à la fin de ses études théologiques, il composa une thèse dont le choix portait l'empreinte de son goût pour l'histoire naturelle et d'une exégèse non moins éclairée que judicieuse. Il y soutenait en effet, que les six jours de la création n'étaient pas des jours de vingt-quatre heures, mais bien des périodes de temps d'une grande longueur. Ces vues nouvelles, aujourd'hui admises généralement, soulevèrent alors une opposition violente et un blâme énergique de la part de quelques-uns de ses examinateurs. Cette circonstance et sa répugnance pour les vives controverses religieuses de cette époque, le détournèrent de la théologie; il renonça au saint ministère pour se vouer complétement à ses études scientifiques.

Dans l'automne de 1819, il alla compléter ses études à Paris, et fut accueilli avec le plus grand intérêt par Brongniart, Bournon, Haüy et

Biot. Ce dernier surtout, appréciant le mérite de notre jeune compatriote, entretint avec lui des relations suivies qui prouvent l'estime qu'il lui avait inspirée. Soret fit à cette époque un travail remarquable sur les *Rapports de la forme des cristaux avec leurs propriétés optiques.* De retour à Genève, il publia de nouveaux travaux de minéralogie et d'optique dans la *Bibliothèque Universelle*, dans les *Mémoires de la Société de physique et d'histoire natur.* et dans le *Bulletin de la Société philomathique.*

Vers 1822, un événement imprévu vint rompre jusqu'à un certain point sa carrière scientifique. Choisi pour diriger l'éducation du grand-duc héréditaire de Saxe-Weimar (Charles-Alexandre), il se voua de cœur à sa nouvelle vocation et s'en acquitta avec un talent supérieur, uni à tout le charme d'un esprit éminemment poétique et bienveillant. L'attachement, le respect et la gratitude de l'auguste famille et de son noble élève, a été pour lui la plus douce récompense de son dévouement sans bornes.

C'est à Weimar qu'il eut l'avantage de rencontrer le célèbre Gœthe, et la communauté de goûts ne tarda pas à établir entre eux des relations intimes. Gœthe n'était pas seulement un grand poëte, les sciences naturelles et, en particulier, la botanique entraient dans ses études favorites. Sous ce rapport, il avait appris à estimer à leur juste valeur les savants dont s'honorait notre ville, et lorsque je le visitai en 1819, il ne pouvait assez s'extasier sur les travaux de de Candolle et Vaucher. L'arrivée du jeune et zélé naturaliste genevois ne put que le confirmer dans cette disposition favorable, et comme il venait de publier un mémoire sur la *Métamorphose des plantes*, ce fut Soret qui se chargea d'en faire une traduction française.

On conçoit que dans un centre artistique et littéraire, aussi brillant que la cour de Weimar, le goût prononcé de notre concitoyen pour la poésie et les beaux-arts dut également prendre chez lui un grand développement. Les journaux de l'époque et de la localité contiennent une foule de pièces en prose et en vers, qui prouvent ses succès comme littérateur et comme poëte.

Plusieurs voyages qu'il entreprit en Italie et en Russie avec le prince son élève consolidèrent cette tendance et le portèrent vers les études archéologiques et numismatiques qui l'ont occupé jusqu'à la fin de sa carrière.

En 1836, sa mission officielle terminée, il épousa à Hambourg Mlle Elise Bertheau, et il trouva le bonheur dans cette union et dans cet attachement que l'accord de deux nobles cœurs et un dévouement réciproque devaient accroître d'année en année. Une fille unique, née de ce mariage et digne à tous égards de parents aussi distingués, a contribué à embellir leur existence.

A son retour à Genève, Soret consacra ses talents, son expérience et son excellent jugement au service de sa patrie. Il fut appelé à plusieurs reprises à des fonctions publiques. Elu député au Conseil législatif de la République, il représenta deux fois le canton de Genève à la Diète helvétique et contribua à sauvegarder l'honneur de la Suisse, par l'honorabilité de ses principes et le libéralisme de ses opinions. Plus tard, en 1841, il prit également part à la Constituante et entra dans le nouveau Grand Conseil.

A côté de ces fonctions politiques, il consacra ses loisirs et ses facultés aux progrès de la civilisation intellectuelle et morale de notre pays, et les employa en faveur de diverses administrations et de diverses sociétés. Il fut un des fondateurs de la Société d'histoire et d'archéologie et de la Société pour l'exposition permanente des beaux-arts.

Ainsi que nous l'avons fait pressentir, pendant les trente dernières années de sa vie, il se voua avec plus d'ardeur que jamais à l'archéologie et à la numismatique. Les monnaies de Genève et de ses environs, mais surtout celles de l'Orient, byzantines, califales, sossanides, koufiques, etc., etc., furent le sujet favori de ses études et lui ont permis de publier plus de trente dissertations d'une grande valeur dans les *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Genève*, dans les *Revues numismatiques belge et française*, dans la *Revue archéologique* et dans les *Mémoires de la Société impériale d'archéologie de Saint-Pétersbourg*, etc.

Il ne tarda pas à acquérir dans cette branche une haute réputation, et l'étude qu'il fit de l'arabe, la publication même d'un dictionnaire arabe, lui fit porter un jugement assuré sur l'origine et la valeur de ces monnaies orientales, dont le classement et les légendes étaient auparavant si obscures.

C'est alors que ses amis et ses admirateurs résolurent de lui rendre, de son vivant, un hommage réservé à ceux-là seuls qui se sont particulièrement distingués dans la science qu'il cultivait avec tant de prédilection. Une médaille représentant ses traits, et gravée à Genève par Bovy, lui fut offerte et nous a conservé le précieux souvenir de cet homme de bien.

Plus de vingt sociétés savantes étrangères s'étaient fait un honneur de le compter au nombre de leurs membres, et la Faculté de philosophie de Iéna lui décerna en 1822 le diplôme de docteur.

Il fut aussi décoré de titres honorifiques éminents et de plusieurs ordres, distinctions légitimement accordées à son mérite, mais qui ne lui inspirèrent jamais aucune vanité.

Un des caractères saillants de la vie de Soret, c'est l'affection et la sympathie générale qu'il sut toujours se concilier. En effet, à ses rares facultés intellectuelles, il joignait d'aimables dons, de grandes qualités morales, et sa bienveillance, son désir d'obliger, sa droiture, sa modestie, son christianisme éclairé et pratique, lui attiraient tous les cœurs.

La santé de notre regretté collègue avait été bonne jusqu'à un âge assez avancé et lui avait permis de jouir dans sa retraite d'une vie heureuse, exempte de chagrins et vouée à l'étude; mais des névralgies rhumatiques opiniâtres vinrent par moments assombrir ses dernières années, sans lui faire perdre l'égalité enjouée de son caractère, ni la vivacité de son intelligence et de ses goûts.

Peu de temps après une visite de son ancien élève, le grand-duc de Weimar, un refroidissement accidentel détermina une pneumonie grave, à laquelle il a succombé le 8 décembre 1865, laissant un vide immense dans sa patrie, dans sa famille, dans les sciences et parmi tous ceux qui avaient eu l'avantage de le connaître et de l'apprécier.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE DES OUVRAGES D'HISTOIRE NATURELLE PUBLIÉS PAR FRÉDÉRIC SORET.

Mémoire sur la molasse des environs de Genève. *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, 1816, p. 177.

Mémoire sur quelques nouvelles cristallisations de la chaux sulfatée. *Annales des Mines*, 1817, tome II, et 1818, tome III.

Mémoires sur plusieurs cristallisations nouvelles du plomb chromaté. *Annales des Mines*, 1818, tome III, et 1825, tome X.

Éclaircissements relatifs à des thèses sur la création du monde. Genève, 1819, in-8°; brochure de 50 pages.

Note sur la constitution géognostique des environs de Saint-Pétersbourg. *Bibliothèque Universelle* (Sciences et Arts), 1820, tome XIV, p. 78.

Réclamation relative au dichroïsme du plomb chromaté. *Annales des Mines*, 1821, t. VI.

Observations sur les rapports qui existent entre les axes de double réfraction et la forme des cristaux. *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome I, 1re partie, p. 33.

Notice sur le mica. *Idem*, 2me partie, p. 89.

Mémoire sur plusieurs cristallisations nouvelles de strontiane sulfatée, par MM. Moricand et Soret. *Idem*, 2me partie, p. 309.

Rapport sur des minéraux rares existant dans le Musée académique de Genève. *Idem*, tome I, 2me partie, p. 465.

Mémoire sur la pictite. *Bibliothèque Universelle* (Sciences et Arts), 1822, tome XIX.

Sur un phénomène du mirage latéral (en commun avec L. Jurine). *Bulletin de la Société philomathique.*

GOETHE. Essai sur la métamorphose des plantes; trad. de l'allemand par Frédéric Soret. Stuttgardt, 1831 (en regard du texte original).

Considérations sur l'état actuel des classifications minéralogiques et sur l'ouvrage de M. Necker, intitulé : Règne minéral ramené aux méthodes de l'histoire naturelle. *Bibliothèque Universelle*, février 1837, p. 368 à 387.

Montagne, Jean-François, naquit le 15 février 1784 à Vaudoy (département de Seine-et-Marne). Son père y exerçait la chirurgie. Il fit partie, dès l'âge de quatorze ans, de l'expédition d'Egypte en qualité d'aide-timonier, et son intelligence précoce, l'amabilité de son caractère, ne tardèrent pas à lui procurer des protecteurs et des amis parmi les savants français qui composaient l'Institut d'Egypte. Cette circonstance décida de ses goûts et de sa vocation. — A son retour en France, il s'adonna avec zèle aux études médicales; il exerça avec distinction la médecine militaire, et, en 1809, il fut nommé médecin en chef de l'armée napolitaine, sous le gouvernement de Murat. — Dès lors, il joignit à ses fonc-

tions publiques l'étude des sciences naturelles, et, en particulier, de la botanique. La cryptogamie et surtout les plantes cellulaires, jusqu'alors assez négligées, lui offrirent un vaste champ d'exploration. Des voyages fréquents et une correspondance fort étendue lui permirent de publier dans les *Annales de botanique* et dans les *Annales des sciences naturelles* un grand nombre de mémoires et d'articles sur les cryptogames cellulaires, les lichens, les champignons, les algues, etc. de l'Europe, de l'Amérique et de l'Océanie. Il fit aussi une application remarquable de ses travaux aux maladies des vers à soie, de la vigne et des pommes de terre. En 1842, il fut nommé membre honoraire de notre Société, et en 1852 il fut élu membre de l'Académie des Sciences de Paris, à la place du professeur Achille Richard.

Travailleur infatigable et consciencieux, le docteur Montagne a été un de ces hommes d'élite qui ont conservé jusqu'à l'extrême vieillesse toute sa vigueur d'esprit, et qui par l'intelligence et le cœur ont honoré le plus l'humanité. J'ai eu alors l'avantage d'avoir des relations avec ce savant estimable, et elles m'ont confirmé dans le jugement porté par tous ses collègues et par l'opinion publique. Il s'est éteint à Paris le 5 janvier 1866.

ÉLECTIONS.

La santé chancelante de M. le professeur Macaire ne lui permettant plus d'assister régulièrement à nos séances, l'avait porté à donner sa démission de membre ordinaire, mais vous n'avez pas voulu vous priver des lumières de cet honorable collègue, et le souvenir des services distingués qu'il a rendus à la Société vous a engagé à lui conserver le titre de membre émérite.

Vous avez élu M. Edouard Pictet comme membre ordinaire, et MM. Bourcart, Laharpe et Audéoud comme associés libres, ce qui porte le nombre de nos membres émérites à 2, celui des membres ordinaires à 40, celui de nos membres honoraires à 64, et celui des associés libres à 39.

Dans la séance de janvier, M. le professeur Favre a été proclamé

Vice-Président, puis Président pour l'année qui va suivre; M. Philippe Plantamour a été nommé Trésorier pour un an en remplacement de M. Favre; M. le professeur Marignac a été réélu pour trois ans comme Secrétaire chargé de la correspondance; enfin MM. Wartmann et Humbert ont été nommés membres du Comité de publication.

Permettez-moi, en terminant, de rappeler le sentiment affectueux et délicat qui vous a dicté ma nomination à la présidence. Certes, je ne saurais attribuer l'honneur que vous avez bien voulu me conférer, à mon mérite personnel, soit comme physicien, soit comme naturaliste, ma spécialité médicale n'était pas non plus un titre suffisant, je l'ai dû surtout à votre bienveillance à mon égard; mais il doit être aussi considéré comme un hommage que vous avez désiré rendre à la mémoire de mon vénérable père, lequel, après avoir été un des fondateurs de la Société de physique et d'histoire naturelle, fut un des principaux promoteurs de la Société helvétique des Sciences naturelles, encouragé qu'il était par l'appui de ses honorables collègues de Genève. C'est en effet, avec les membres de notre Société et le respectable pasteur Wyttenbach de Berne, qu'il parvint à constituer, en 1815, l'association nomade et fraternelle des Naturalistes suisses, servant plus tard de modèle à ces congrès scientifiques internationaux, qui ont resserré les liens des savants de l'Europe.

L'année 1865 était le cinquantième anniversaire de la fondation, et par votre présence à Mornex, dans le berceau de la société, vous êtes venus donner une nouvelle sanction à cette fête commémorative. Recevez-en mes sincères remerciements.

Il ne me reste plus, Messieurs et chers Collègues, qu'à vous remercier également du concours empressé que vous n'avez cessé d'accorder à votre Président, concours qui a rendu sa tâche aussi facile qu'agréable, et qu'à faire des vœux pour que notre Société continue à se distinguer, par son zèle scientifique et par l'harmonie si précieuse qui a toujours régné entre ses membres.

L.-A. Gosse, *Président.*

Genève, 7 juin 1866.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1865.

Titres.	Donateurs.
Comptes rendus hebdomadaires, etc., T. LX et LXI.. 4°. Paris, 1865	Acad. des Sc. de Paris.
Bulletin de la Société philomathique de Paris, T. II, nos 1 et 2. 8°. Paris, 1865	Société philomathique.
Journal de l'École impériale polytechnique, 41e cahier. 4°. Paris, 1865	École imp. polytechnique.
Annales des Mines, 1864, livrais. 3 à 6; 1865, livrais. 1 à 3. 8°. Paris, 1864-65	École impér. des Mines.
Bulletin de la Société géolog. de France, T. XX, feuilles 49 à 57; T. XXI, flles 14 à 28; T. XXII, flles 1 à 26.. 8°. Paris, 1863-65	Société géolog. de France.
Annales de la Société entomologique de France, 3e série, T. VII et VIII; 4e série, T. I à IV..... 8°. Paris, 1859-65	Société entom. de France.
Bulletin de la Société de géographie, juin à novembre 1865; 8°. Paris, 1865	Société de géographie.
Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire, T. XIII à XVI..... 8°. Angers, 1863-64	Société acad. de Maine-et-Loire.
Bulletin de la Société industr. d'Angers, 35e année 8°. Angers, 1864	Soc. industr. d'Angers.
Mémoires de l'Acad. de Stanislas, 1863, 1864. 8°. Nancy, 1864-65	Académie de Stanislas.
Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, T. III, 1er cahier ..... 8°. Bordeaux, 1864	Soc. des Sciences phys. et natur. de Bordeaux.
Annales des Sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie, 3e série, T. VI et VII..... 8°. Lyon, 1862-63	Société d'agric de Lyon
Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, etc., de Lyon. Lettres, T. XI; Sciences, T. XIII..... 8°. Lyon, 1862-63	Acad. impériale de Lyon.
Bulletin des séances, 1865, feuilles 1 à 5 ..... 8°. Lyon, 1865	
Annales de la Soc. linnéenne de Lyon, T. X et XI. 8°. Paris, 1863-65	Société linnéenne de Lyon.
Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, septembre 1864 à novembre 1865..... 8° Mulhouse, 1864-65	Société industrielle de Mulhouse.

Mémoires de l'Académie impériale de Dijon, 2me série, T. XI. 8°. Dijon, 1864	Acad. impériale de Dijon.
Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-lettres de Toulouse, 6e série, T. III.... 8°. Toulouse, 1865	Académie de Toulouse.
Mémoires de la Soc. linnéenne de Normandie, T. XIV. 4°. Caen, 1865	Société linnéenne de Normandie.
Bulletin de la Soc. linnéenne de Normandie, T. IX.. 8°. Caen, 1865	
Mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, T. X..... 8°. Paris, Cherbourg, 1864	Société des Sciences nat. de Cherbourg.
Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, 3e série, Vol. VIII, et IX..... 8°. Besançon, 1864	Soc. d'émulat. du Doubs.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 5e année. 8°. Colmar, 1865	Société d'hist. natur. de Colmar.
Revue savoisienne, 5me année, n° 12 ; 6me année, nos 1 à 12. 4°. Annecy, 1865	Assoc. florimont. d'Annecy.
Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Belles-lettres et Arts de Savoie, 2e série, T. VII..... 8°. Chambéry, 1864	Acad. impér. de Savoie.
Mémoires de l'Acad. royale de Belgique, T. XXXIV. 4°. Bruxelles, 1864	Académie royale de Belgique.
Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers, T. XXXI et XXXII..... 4°. Bruxelles, 1863-65	
Mémoires couronnés et autres mémoires, T. XV à XVII. 8°. Bruxelles, 1863-65	
Bulletins de l'Académie royale de Belgique, T. XV à XIX. 8°. Bruxelles, 1863-65	
Annuaire de l'Académie royale de Belgique, 1864 et 1865. 8°. Bruxelles, 1864-65	
Annales de l'Observ. royal de Bruxelles, T. XVI. 4°. Bruxelles, 1864	Observatoire royal de Bruxelles.
Annuaire de l'Observatoire, 1864 et 1865.. 8°. Bruxelles, 1864-65	
Verzeichniss der Bibliothek der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft..... 8°. Bern, 1864	Société helv. des Sciences naturelles.
Feuille 13 de la carte de la Suisse..... fol°. Zurich, 1864	
Feuille 10 de la carte géologique de la Suisse.... fol°. Zurich, 1865	
Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, nos 52, 53. 8°. Lausanne, 1865	Société vaudoise.
Witterungsbeobachtungen in Aarau, 1864..... 4°. Aarau, 1864	Société d'Argovie.
Actes de la Société jurassienne d'émulat., 1859. 8°. Porrentruy, 1861	Soc. jurassienne d'émulat.
Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel, Th. IV, H. 1..... 8°. Basel, 1864	Société de Bâle.
Bericht über die Thätigkeit der St.-Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellchaft, 1863-64..... 8°. St.-Gallen, 1864	Société de Saint-Gall.
Bulletin de la Société des Sciences natur. de Neuchâtel, T. VII, 1er cahier..... 8°. Neuchâtel, 1865	Société de Neuchâtel.

Bulletin de la Société ornithologique suisse, T. I, 1re partie, 8°. Genève et Bâle, 1865	Soc. ornitholog. suisse.
Astronomical Observations. Greenwich, 1862..... 4°. London, 1864	Amirauté de Londres.
Proceedings of the Royal Society, nos 64 à 67.... 8°. London, 1864	Soc. royale de Londres.
Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. Vol. IV, part. 3 et 4 ..... 8°. London, 1864	Institution royale de la Grande-Bretagne.
Memoirs of the Royal astronomical Society, Vol. XXXII. 4°. London, 1864	Soc. royale astronomique.
The Transactions of the Linnean Society of London, Vol. XXIV, part. 2..... 4°. London, 1863	Société linnéenne de Londres.
Journal of the Proceedings of the Linnean Society. Botany, nos 27 à 30; Zoology, nos 27 à 29. List, 1863. Address, 1863, 1864..... 8°. London, 1863-64	
Journal of the chemical Society. Décembre 1863 à septembre 1864..... 8°. London, 1864	Soc. chimique de Londres.
The quaterly Journal of the geological Society, nos 77 à 80. List, 1864; Address, 1864..... 8°. London, 1864	Soc. géolog. de Londres.
Report of the 33d Meeting of the British Association for the advancement of science ..... 8°. London, 1864	Association britannique.
The Transactions of the entomological Society, Third series, Vol. I, nos 8 et 9; vol. II, 1, 2, 3; Vol. III, 1 ... 8°. London, 1863-64	Société entomologique de Londres.
The Journal of the Royal geographical Society, Vol. XXXIII et XXXIV ..... 8°. London, 1863-65	Soc. royale de géographie de Londres.
Proceedings of the Royal geographical Society, Vol. IX, nos 3 à 5. 8°. London, 1865	
Transactions of the zoological Society of London, Vol. V, part. 4. 4°. London, 1865	Société zoologique de Londres.
Proceedings of the zoological Society, 1864..... 8°. London, 1864	
Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. XXIII, part. 3; Vol. XXIV, part. 1 ..... 4°. Edinburgh, 1864-65	Soc. royale d'Édimbourg.
Proceedings, session 1863-64 et 1864-65. 8°. Edinburgh, 1864-65	
Proceedings of the natural history Society of Dublin, Vol IV, p. 2..... 8°. Dublin, 1865	Société d'hist. natur. de Dublin.
Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Trinity College, Vol. I, 1840-43..... 4°. Dublin, 1855	Trinity College, Dublin.
Transactions and Proceedings of the Royal Society of Victoria, Vol. VI ..... 8°. Melbourne, 1864	Société royale de Victoria.
Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1863..... 4°. Berlin, 1864	Acad. royale des Sciences de Berlin.
Monatsberichte der Königl. Preussischen Akad. 1864. 8°. Berlin, 1865	

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Band XVI, 3, 4; XVII, 1, 2..... 8°. Berlin, 1864-65 — Société géologique allemande.

Verhandlungen der Kais. Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher, Band XXXI..... 4°. Dresde, 1864 — Académie impér. allemande des naturalistes.

Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften ; math. naturw. Classe, Band XXII, XXIII..... 4°. Wien, 1864

Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften ; math. naturw. Classe, 1^te Abth. Band XLVII, 4, 5; XLVIII, 1 à 5; XLIX, 1 à 5; L, 1 à 3 ; 2^te Abth. Band XLVII, 5 ; XLVIII, 1 à 5 ; XLIX, 1 à 5; L, 1 à 4..... 8° Wien, 1863-65 — Acad. impér. des Sciences de Vienne.

Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, Band IV, 5, 6..... 4°. Wien, 1864

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Band XIV, 2, 4 ; XV, 1, 2, 3..... 8°. Wien, 1864-65 — Institut impér. géologique.

Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Band XIV, 1 à 4..... 8°. Wien, 1864 — Société impér. de zoologie et de botan. de Vienne.

Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft 1863 et 1864, p. 1..... 8°. Wien, 1863-64 — Société de géographie de Vienne.

Sitzungsberichte der Kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1864, II, 2, 3, 4; 1865, I, 1 à 4; II, 1, 2. 8°. München, 1864-65 — Acad. royale des Sciences de Bavière.

J. v. Liebig; Induction und Deduction..... 4°. Munich, 1865

D^r Carl Naegeli; Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art..... 4°. Munich. 1865 — Acad. royale de Bavière.

Abhandlungen der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Band, XIII..... 4°. Prag, 1865 — Soc. royale des Sciences de Bohême.

Sitzungsberichte der Königl. böhm. Gesellschaft, Jahrg. 1864.

Schriften der naturforschenden Gesellsch. in Danzig. Neue Folge, Band I, H. 2..... 8°. Danzig, 1865 — Société des naturalistes de Danzig.

Annalen der Königl. Sternwarte bei München, Band XIV. 8°. Munich, 1865 — Observatoire royal de Munich.

Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift, Band V, 3, 4; VI, 1..... 8°. Würzburg, 1864-65 — Société physico-médicale de Wurzbourg.

Abhandlungen der naturforschenden Gesellsch. zu Halle, Band IX, H. 1..... 4°. Halle, 1864 — Société d'histoire natur. de Halle.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften, Band XXIV. 8°. Berlin, 1864 — Soc. des Sciences natur. de Saxe et de Thuringe.

Der zoologische Garten, 1864, n^os 7 à 12. 8°. Frankfurt a/M., 1864 — Soc. zoolog. de Francfort.

Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brunn, Band II, III..... 8°. Brunn, 1864-65 — Société d'hist. natur. de Brunn.

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, H. 1, 2..... 8°. Gratz, 1863-64 — Société d'hist. natur. de Styrie

Vierzehnter Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 1863-64..... 8°. Hannover, 1865 — Société d'histoire naturelle de Hanovre.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preuss. Rheinlande u. Westphalens, Jahrg. XXI, 1, 2..... 8°. Bonn, 1864 — Société d'hist. natur. de la Prusse rhénane, etc.

Wurttembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, Jahrg. XX, 2, 3; XXI, 1..... 8°. Stuttgart, 1864-65 — Société d'hist. natur. de Wurtemberg.

Correspondenzblatt des Vereines für Naturkunde zu Presburg, Jahrg. II, nos 1 à 12..... 8°. Presburg, 1864 — Société d'hist. natur. de Presbourg.

Abhandlungen der Schlesischen Gesellsch. Naturwissenschaften, 1864. Philosophisch-histor Abth. 1864, H. 2. 8°. Breslau, 1864
42ter Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft.. 8°. Breslau, 1865 — Société silésienne des Sc. naturelles.

Jahrbücher für Volks- und Landwirthschaft, Band VIII. 1 à 4. 8°. Dresden, 1864-64 — Soc. économique de Saxe.

Schriften der Kön. physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, Jahrg. V, 1, 2..... 4°. Königsberg, 1864 — Société phys. et économique de Kœnigsberg.

Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. Band III, 1 à 4 ... 8°. Freiburg i. B. 1863-65 — Société d'hist. natur. de Fribourg en Breisgau.

Feuilles 3, 4, 8, 11 et 17 de la carte géologique de la Hollande. fol°. Harlem. — Gouvernement hollandais.

Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche maatschappij der Wetenschappen, Dl XX, 1..... 4°. Harlem, 1864 — Société hollandaise des Sciences.

Verhandelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen, Dl X; Letterkunde, Dl III..... 4°. Amsterdam, 1864-65
Verslagen en Mededeelingen. Natuurkunde, Dl XVII; Letterkunde, Dl VIII..... 8°. Amsterdam, 1865
Hippocratis et aliorum medicorum veterum reliquiæ, Vol. III, 4°. Amsterdam, 1865 — Acad. royale des Sciences d'Amsterdam.

Jaarboek van de Kon. Akad. 1863, 1864.. 8°. Amsterdam, 1864-65
Johannis van Leeuwen; Senis vota pro patriâ. Carmen elegiacum. 8°. Amsterdam, 1864
Musée Vrolik. Catal. de la collection d'anatomie.. 8°. Amsterd. 1865

Société des Sciences naturelles du grand-duché de Luxembourg, T. VIII ..... 8°. Luxembourg, 1865 — Société des Sciences natur. de Luxembourg.

Kongliga Svenska vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bl V, 1. 4°. Stockholm, 1864
Oefversigt af K. Svenska vet.-Akad. Foerhandlingar, Arg. XXI. 8°. Stockholm, 1865 — Acad. royale des Sciences de Suède.

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige, Bl V.... 4°. Stockholm, 1865

Nova acta regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis, Vol. V, 2. 4°. Upsala, 1865	Soc. royale des Sciences d'Upsal.
Upsala Universitets Arskrift, 1864 ..... 8°. Upsala, 1865	
Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania, 1858 à 1863. 8°. Christiania, 1859-64	Université royale de Christiania.
Nyt magazin for Naturvidenskaberne, Bd XII, 4; XIII, 1, 2, 3. 8°. Christiania, 1863-64	
Det Kong. Norske Frederiks Universitets Aarsberetning, 1862. 8°. Christiania, 1863	
Dr Michael Sars; Oversigt af Norges Echinodermer. 8°. Christ. 1861	
Irgens og Hiortdahl; Om de geologiske forhold, etc. 4°. Christ. 1864	
S. A. Sexe; Om sneebraeen Folgefon ..... 4°. Christiania, 1864	
Oversigt over det Kong. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, i Aaret 1864 ..... 8°. Copenhague, 1865	Société royale des Sciences de Danemark.
Mémoires de l'Acad. impériale des Sciences de St-Pétersbourg, 7e serie, T. V, 1; VII, 1 à 9; VIII, 1 à 16. 4°. St-Pétersb. 1862-65	Acad. impér. des Sciences de Saint-Pétersbourg.
Bulletin de l'Acad. impériale des Sciences, T. VII, 3 à 6; VIII, 1 à 6..... 4°. St-Pétersbourg, 1864-65	
Das funfzigjährige Doctor-Jubilaeum des Geheimraths Karl Ernst von Baer..... 4°. St-Pétersbourg, 1865	Comté d'Esthonie.
Nachrichten uber Leben und Schriften des H. Geheimrathes, Dr K. E. v. Baer..... 4°. St-Pétersbourg, 1865	
Annales de l'Observatoire physique central de Russie. 1860, no 2; 1861, no 1; 1862, nos 1, 2.. 4°. St-Pétersbourg, 1863-65	Observatoire phys. central de Russie.
Bulletin de la Société imp. des naturalistes de Moscou, 1864, 2, 3, 4; 1865, 1, 2..... 8°. Moscou, 1864-65	Société impér. des naturalistes de Moscou.
Memorie del reale Istituto Lombardo di scienze e lettere, Vol. X, fasc. 1, 2..... 4°. Milano, 1865	Institut royal Lombard.
Rendiconti. Classe di Sc. math. e natur. I, 9, 10; II, 1 à 8. Rendiconti. Lettere e sc. morali et polit. I, 8 à 10; II, 1 à 7. 8°. Milano, 1864-65	
Atti della Societa italiana di scienze naturali. Vol. VI, fasc. 5; VII; VIII, 1, 2..... 8°. Milano, 1864-65	Soc. italienne des Sciences naturelles.
Atti dell' Academia Pontificia de Nuovi Lyncei, Anno XVII, Sess. 1 à 7 ..... 4°. Roma, 1864	Académie pontificale.
Memorias de la real Academia de Ciencias de Madrid, T. VI, 2e série. Ciencias fysicas, T. II, part. 1, 2.. 4°. Madrid, 1864-65	Acad. royale des Sciences de Madrid.
Resumen de las actas de la real Academia, 1862-63. 8°. Madrid, 1864	
Libros del saber de astronomia del Rey Alfonso X de Castilla, T. III ..... fol°. Madrid, 1864	

Report of the Superintendent of the U.S. Coast Survey for 1861 ..... 4°. Washington, 1862	Gouvernement des États-Unis.
Smithsonian Contribut. to Knowledge, Vol. XIV 4°. Washington, 1865	Institut. Smithsonienne à Washington.
Smithsonian Report, 1863..... 8°. Washington, 1864	
Results of meteorological Observations, 1854-59, Vol. II, part. 1. 4°. Washington, 1864	
H. Allen ; Monograph of the Bats of North America. 8°. Washington, 1864	
S. F. Baird ; Review of American Birds..... 8°. Washington, 1864	
18ter Jahresbericht der Staats-Ackerbau-Behörde von Ohio. 8°. Columbus, 1864	Société d'agriculture de l'État d'Ohio.
Catalogue of the American philosophical Society library, Part. 1. 8°. Philadelphia, 1863	Société philosophique américaine.
Transactions of the Albany Institut, Vol. IV.... 8°. Albany, 1858-64	Institut d'Albany.
Transactions of the Society for the Promotion of Useful Arts in the State of New-York, Vol. IV, part. 2..... 8°. Albany, 1819	
The American Journal of Science and Art. nos 112 à 117. 8° New-Haven, 1864-65	MM. Silliman et Dana.
Annals of the Lyceum of natural history of New-York, Vol. VIII, nos 2, 3, Charter, constitution and By-laws 8°. New-Yorck, 1864	Lyceum d'hist. natur. de New-York.
Proceedings of the Boston Society of natural history, Vol. IX, feuilles 21 à 25..... 8°. Boston, 1865	Société d'hist. naturelle de Boston.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. VI, feuilles 23 à 28 ..... 8°. Cambridge, 1865	Acad. américaine des Arts et des Sciences.
Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia, 1864, nos 1 à 5.... ..... 8°. Philadelphie, 1864	Acad. des Sciences natur. de Philadelphie.
Portland Society of natural history. Proceedings, Vol. I, part. 1 ; Journal, Vol. I, no 1..... 8°. Portland, 1862-64	Société d'hist. natur. de Portland.
Report of the Committee of the Overseers of Harward College, 1864 ..... 8°. Boston, 1865	Observatoire du Collége Harward.
Annual Report of the Trustees of the Museum of comparative Zoology, 1864..... 8°. Boston, 1865	Muséum de zoologie comparée de Boston.
Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie, Dl XXVI, 3 à 6 ; Dl XXVII..... 8°. Batavia, 1864	Société des Sciences des Indes néerlandaises.
Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Dl XXX et XXXI..... 4°. Batavia, 1863-64	Société des Sciences et des Arts de Batavia.
Tijdschrift voor indische Taal- Land- en Volkenkunde, Dl XIII, 1 à 6 ; XIV, 1 à 4..... 8°. Batavia, 1863-64	
Notulen van de algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap, Dl I, 1 à 4..... 8°. Batavia, 1863-64	

Alex. Agassiz ; Embryology of the starfish..... 4°. Cambridge, 1864
G. B. Airy ; Essays on the Roman Invasions of Britain. 4°. London, 1865
De Colnet d'Huart ; Mémoire sur la théorie analytique de la chaleur..... 8°. Luxembourg, 1865
Des Cloizeaux ; Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant. — Karstenite de Modane. — Carbonate de magnésie et fer. 8°. Paris, 1865
C. Des Moulins ; Le bassin hydrographique du Couzeau. 8°. Bordeaux, 1864
H. Denzler ; Bericht an die Gradmessungs-Commission, etc. 4°. Zurich, 1865
V. Fatio ; Les reptiles et les batraciens de la Haute-Engadine. 8°. Genève, 1864
L. R. von Fellenberg ; Analysen von antiquen Bronzen. — Ueber einen Araeometer. — Analysen einiger Nephriten. — Analysen des Laumontits. — Analyse des Fahlerzes, etc. — Analyse de quelques minerais de fer ..... 8°. Bern, 1864
G. Ritter von Frauenfeld ; Das Vorkommen des Parasitismus im Thier- und Pflanzenreiche ..... 8°. Wien, 1864
Santo Garovaglio ; Huit brochures de botanique. 4° et 8°. Pavia, 1864-65
H. R. Gœppert ; Ueber die Flora der Permeischen Formation. 4°. Breslau, 1865
Louis Lavizzari ; Nouveaux phénomènes des corps cristallisés. 4°. Lugano, 1865
S. Loven ; Om Oestersjoen ..... 8°. Stockholm, 1865
C. Martins ; La végétation du Spitzberg ..... 4°. Montpellier, 1865
W. H. Miller ; Tract on cristallography ..... 8°. Cambridge, 1863
W. A. Ooster ; Synopsis des Échinodermes fossiles des Alpes suisses..... 4°. Genève et Bâle, 1865
Dr Piachaud ; Une ascension au Mont-Blanc en 1864. 8°. Genève, 1865
Edd. Pictet ; Synopsis des Névroptères d'Espagne.. 8°. Genève, 1865
E. Plantamour ; Recherches sur la distribution de la température à la surface de la Suisse..... 8°. Genève, 1864
Felix Plateau ; Sur la force musculaire des insectes. 8°. Bruxelles, 1865
M. A. Poggioli ; De amplitudine doctrinæ botanicæ quâ præstitit Fr. Caesius..... 8°. Roma, 1865
G. Poggioli ; Scritti inediti di M. Poggioli..... 8°. Roma, 1862
A. Quetelet ; Observations des phénomènes périodiques. — Statistique internationale (population). — Histoire des sciences ma-

} Dons des auteurs.

thématiques et physiques chez les Belges. — Lettre de M. Ch. Hansteen sur l'inclinaison magnétique.... 8°. Bruxelles, 1864-65

H. de Saussure; Mémoires sur l'histoire naturelle du Mexique, 3e et 4e livraisons. — Catalogus specierum generis Scolia. 8°. Genève et Paris, 1864

Le Père Secchi; Memorie dell' Osservatorio del Collegio Romano, N. serie, 1860-62, Vol. II. — Le scoperte spectroscopiche, etc. — Sulla relazione de fenomeni meteorologici. — Bulletino meteorologico dell Osservatorio, Vol. III..... 4°. Roma, 1863-65

Dons des auteurs

S. C. Snellen van Vollenhoven; Essai d'une faune entomologique de l'Archipel Indo-Néerlandais..... 4°. La Haye, 1863

B. Studer; Zur Geologie der Berneralpen. — Geologisches aus dem Emmenthal ..... 8°. Bern, 1865

R. Wolf; Mittheilungen über die Sonnenflecken, n° 17. 8°. Zurich, 1865

TABLE GÉNÉRALE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE DIX-HUITIÈME VOLUME.

	Pages	Nombre de planches
Tableau des membres de la Société au 1er juillet 1865	V	—
Bulletin bibliographique. Liste des ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1864	X	—
Essai sur les Myriapodes de Ceylan, par M. Aloïs Humbert	1	5
Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura et en particulier de Villers-le-Lac, par MM. P. de Loriol et A. Jaccard	63	3
Recherches sur la corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques, par M. J.-L. Soret	129	—
Rapport sur les travaux de la Société, de juillet 1864 à juin 1865, par M. le professeur E. Plantamour, président	149	—
Révision du genre Castagnole (Brama) et description d'une espèce nouvelle, *Brama Saussurii*, par M. Godefroy Lunel	165	2
Note sur la mesure de la pesanteur par le pendule, par M. C. Cellérier	197	—
Mémoire sur la famille des Pipéracées, par M. Casimir de Candolle	219	7
Des diverses modifications dans les formes et la coloration des plumes, par M. Victor Fatio	249	3
Expériences faites à Genève avec le pendule à réversion, par M. E. Plantamour, professeur	309	3
Rapport sur les travaux de la Société, de juillet 1865 à juin 1866, par M. le docteur Gosse, président	417	—
Bulletin bibliographique. Liste des ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1865	445	—

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS ET DES MATIERES CONTENUES DANS LE DIX-HUITIEME VOLUME.

B

Pages

Brama Saussurii, description d'une espèce nouvelle, par M. Godefroy Lunel.. 165
Bulletin bibliographique, 1864 X
» » 1865 445

C

De Candolle, Casimir. Mémoire sur la famille des Pipéracées 219
Castagnole. Révision du genre Castagnole (Brama) et description d'une espèce nouvelle, *Brama Saussurii*, par M. Godefroy Lunel. 165
Cellérier, Charles. Note sur la mesure de la pesanteur par le pendule 197

E

Électricité. Recherches sur la corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques, par M. J.-L. Soret 129

F

Fatio, Victor. Des diverses modifications dans les formes et la coloration des plumes. 249
Formation d'eau douce infracrétacée du Jura, et en particulier de Villers-le-Lac, par MM. P. de Loriol et A. Jaccard 63

G

Gosse, Dr. Rapport du président, 1866 417

H

Humbert, Aloïs. Essai sur les Myriapodes de Ceylan..... 1

J

Jaccard, A. Voyez P. de Loriol.

L

Pages

De Loriol, P. et A. Jaccard. Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura, et en particulier de Villers-le-Lac.. 63

Lunel, Godefroy. Révision du genre Castagnole (Brama), et description d'une espèce nouvelle, *Brama Saussurii* 165

M

Membres. Tableau des membres de la Société au 1er juillet 1865..... V

Myriapodes de Ceylan, par M. Aloïs Humbert..... 1

P

Pendule. Note sur la mesure de la pesanteur par le pendule. par M. C. Cellérier. 197

Pendule à réversion, expériences faites à Genève, par M. E. Plantamour, professeur..... 309

Pipéracées. Mémoire sur cette famille, par M. Casimir de Candolle..... 219

Plantamour, E. Discours du président, 1865 149

Le même. Expériences faites à Genève avec le pendule à réversion..... 309

Plumes. Des diverses modifications dans les formes et la coloration des plumes, par M. Victor Fatio 249

R

Rapport sur les travaux de la Société, de juillet 1864 à juin 1865, par M. E. Plantamour, président..... 149

Rapport sur les travaux de la Société, de juillet 1865 à juin 1866, par M. le docteur Gosse, président..... 417

S

Soret, J.-L. Recherches sur la corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques 129

3 5185 00288 7725

DEC 69